Al Sr. Dr. D. Enrique Guzmán y Valle
El Autor.

UNIVERSIDAD DE LIMA

LIGERO ESTUDIO SOBRE

EL COBRE EN EL PERU

Tesis que presenta á la Facultad de Ciencias de la Universidad Mayor de San Márcos.

el Bachiller

Carlos R. Granda

PARA OPTAR EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS NATURALES



LIMA.

LIBRERÍA É IMPRENTA—MERCADERES 162 Y BELÉN 364.

1901.

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
AT URBANA-CHAMPAIGN

553.43
G762l

FACULTAD DE CIENCIAS.

Decano	Dr. D.	Miguel F. Colunga.
Sub-Decano	,, ,,	José Granda.
Secretario	,, ,,	Alfredo I. León.
Pro-Secretario	,, ,,	Antonino Alvarado.

CATEDRATICOS PRINCIPALES

Teorías Algebráicas y Geométricas Fundamentales	Dr.	Joaquín Capelo.
Geometría Analítica y Trigonometría esférica	«	José Granda.
Cálculo Diferencial é integral	«	Artidoro García Godos.
Mecánica Racional y Teoría general de máquinas y motores	«	Federico Villarreal.
Astronomía, Topografía y Geodesia	«	Federico Villarreal.
Geometría Descriptiva y Dibujo lineal	«	José Francisco Maticorena.
Física general y experimental (1.ª asignatura)	«	Martín Dulanto.
Id. id. id. (2.ª id)	«	Nicolás B. Hermoza (1)
Química general, Tecnología y Metalurgia	«	Lauro A. Curletti.
Mineralogía, Geología y Paleontología	«	José S. Barranca.
Química Analítica	«	Enrique Guzmán y Valle.
Anatomía y Fisiología generales, Antropología y Zoología	«	Miguel F. Colunga.
Botánica General	«	Alfredo I. León.
Zootecnia general y especial	«	Wenceslao F. Molina.
Agricultura y Química agrícola	«	Abraham M. Rodriguez.

CATEDRATICOS ADJUNTOS

Dr. Ignacio La-Puente
« Wenceslao Molina
« Nicolás B. Hermoza
« Antonino Alvarado. (2)
« Teodoro Elmore.

(1) Interino.
(2) Regenta la Cátedra de Química general.

Señor Decano:

Los infrascritos han leído con atención la tesis que presenta el Bachiller D. Carlos Granda para optar el grado de Doctor y encuentran que es un trabajo extenso y correcto sobre el cobre en el Perú en el cual revela el aspirante que ha hecho estudios especiales en la materia; opinando, en consecuencia, que puede leerse en la Facultad y servirle para optar el referido grado conforme al Reglamento. Salvo mejor acuerdo.

Lima, 8 de Mayo de 1901.

José S. Barranca. **E. Guzmán y Valle.**

A. Alvarado.

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign Alternates

https://archive.org/details/ligeroestudiosob00gran

Señor Decano:

Señores Catedráticos:

Señores:

Para optar, en la ilustre Facultad que formáis, el grado de Doctor, presento ante vuestro elevado criterio, este modesto trabajo; que aunque esté muy lejos de ser una obra de mérito, ni aún siquiera mediano, representa, en parte, el fruto de mis estudios sobre Mineralogía técnica seguidos durante el año próximo pasado y parte del presente bajo la dirección del Dr. Antonino Alvarado, Catedrático adjunto de esta Facultad.

En estos estudios, hemos tenido que servirnos de gabinetes y laboratorios ajenos, pues bien sabéis señores, cuán deficiente es á este respecto nuestro material de enseñanza; y no obstante lo cual, se levanta con frecuencia la maledicencia en contra nuestra, porque no salen de estos claustros sabios naturalistas y eminentes químicos ó físicos técnicos, declarando sin más proceso, que la Facultad de Ciencias es inútil en el Perú. Craso error que sólo puede tener por causa la mala fé ó la ignorancia de quienes tratan de propagarlo. Sabido es, en efecto, que del cultivo de las Ciencias Naturales, se obtienen óptimos frutos y ventajosísimas enseñanzas para todos los ramos de las artes é industrias; y que este cultivo consiste en los estudios prácticos, en los gabinetes y sobre la Naturaleza misma, en los lugares donde se verifican los fenómenos y se producen los seres que cons-

tituyen el objeto de que se ocupan. Todo lo cual demanda una preferente atención protectora de los Gobiernos para los centros en donde se adquieren tales conocimientos; protección que no ha merecido todavía nuestra Facultad de Ciencias.

Cuando la Facultad de Ciencias del Perú esté dotada de buenos gabinetes y laboratorios, cuando tenga una renta especial para excursiones y trabajos prácticos, no habrá necesidad de exigirle sus frutos, pues ellos se presentarán abundantes, y el país mejorará en su condición económica, poniendo á la mano los elementos de prosperidad que posée en abundancia.

Entre otros varios asuntos que he estudiado, doy en este trabajo preferencia á lo que se refiere al COBRE, cuyas múltiples aplicaciones y las que puede alcanzar en el porvenir, hacen de él un artículo de suma importancia, y todo lo que á él se refiere, es leído con verdadero interés en la actualidad. Y al ocuparme del resultado de mis investigaciones referentes al COBRE EN EL PERÚ creo conveniente consignar algo sobre lo que se refiere á esta materia en tesis general; por lo cual dividiré mi trabajo en las cuatro partes siguientes:

1.ª Especies mineralógicas del cobre;

2.ª Minerales de cobre en el Perú;

3.ª Explotación de los minerales de cobre en el Perú y

4.ª Usos del cobre.

I.

Especies mineralógicas del cobre.

Numerosas son las especies minerales en las que entra el cobre como elemento principal y que han sido distribuidas en diferentes grupos de las clasificaciones concebidas por los Mineralogistas más notables, ya hayan tomado por base el elemento mineralizador como Berzelius, ya el mineralizable como Werner, hallándose repartidas de un modo vario en el cuerpo del texto de la Mineralogía descriptiva de cada autor, con más ó menos fundamento, que no me ocuparé de discutir por ser asunto ajeno á la cuestión principal de este trabajo. Por lo que á mí toca, aunque no contara en mi apoyo, entre otras, con las ideas del señor Orio, distinguido mineralogista español, cuyo texto de Mineralogía ha servido, durante algunos años, como obra de consulta á los alumnos de esta Facultad, ideas aceptadas también por otros mineralogistas españoles, (*La Creación* tomo IX edición *1889*) y las del distinguido mineralogista y geólogo francés Sr. Lapparent, reuniría en esta disertación todas las especies que contienen cobre como elemento principal, es decir, las especies que deben su nombre á la presencia del cobre entre sus elementos componentes, con el nombre de *especies mineralógicas del cobre*; pues el objeto de la obra así lo exige, sin que haga falta saber si la especie que se describe pertenece á la clase de los *elementos* ó á la de los *sulfuridos*, ó á la de los *óxidos*, ó á

las *oxisales*, etc. de la clasificación de Zirkel que sirve de base á la seguida hoy por mi distinguido maestro el señor doctor don José Sebastián Barranca en esta Facultad; ó si es un *eterópsido*, ó un *autópsido*, etc. de la clasificación de Leymeric que más ó menos modificada enseñaba en años pasados; ó si es un *elemento*, ó un *lamprito*, ó un *óxido*, etc., como tendría que hacerse si se adoptara la clasificación que sigue el Sr. Tschermak de Viena en su obra traducida al español en 1894; etc., etc.; y esto sin contar con los grupos subordinados á las clases que tendría que indicar; lo que por sencillo que fuera siempre traería, por lo menos, cierta difusión de ideas que dañaría la precisión que debe reinar en un trabajo práctico como el presente.

El señor Lapparent en su *Cours de Minéralogie*, 1899, considera en la sección de los *minerales metálicos* y en el orden de los *metales propiamente dichos*, el grupo de *minerales de cobre*, que subdividido en grupos secundarios contiene las siguientes especies: *cobre nativo*, *calcosina*, *covelina*, *pirita de cobre (calcopirita)*, *cubana ó cubanita*, *erubescita (cobre abigarrado ó filipsita)*, *bercelianita*, *domeyquita*, *algodonita*, *whitneyita*; *panabasa*, *freibergita schwatzita ó espaniolita*, *tenantita*, *enargita*, *famatinita*, *wolfsbergita ó calcostibita (cobres grises de los antiguos mineralogistas*, *tetraedrita de Delafosse y Haidinger)*; *cuprita*, *melaconisa tenorita malaquita*, *azurita ó chessylita*, *auricalcita*, *hidrocyanita*, *dolerofanita*, *cianosa*, *brochantita*, *langita*, *pisanita lettsomita ó cyanotriquita*, *libetenita*, *lunnita*, *olivenita*, *eucroïta*, *afanesa*, *erinita*, *calcofilita*, *liroconita*, *volbortita*, *dioptasa*, *crisocola*, *nantokita y atacamita*.

El Sr. Orio considera en su clase tercera de los *metales*, el género cobre con las siguientes especies: *cobre nativo*, *ziguelina*, *melaconisa*, *calcopirita*, *filipsita*, *cubana*, *calcosina*, *estromeyerina*, *covelina*, *berzelina*, *domeyquita*, *panabasa*, *tenantita*, *binnita*, *enargita*, *malaquita*, *azurita*, *misorina*, *atacamita*, *aferesa*, *lunnita ó hipoleima*, *olivenita*, *liroconita*, *eurocrita*, *calcofilita ó erinita*, *afanesa*, *vol-*

bortita, brochantita, quenigita, dioptasa, crisocola y cianosa.

Estas dos clasificaciones que en el fondo son idénticas contienen, bien examinadas, las mismas especies, de que describiré las que á continuación se expresan considerándolas como especies simplemente, aún cuando, como lo observa Hausmann, pudiera hacerse la distinción de las especies, fundados en ciertos caracteres que las harían constituir, en justicia, verdaderos géneros bien definidos, por no tratar aquí de dilucidaciones puramente especulativas sino de hechos concretos y de aplicación.

Las especies á que me refiero son las siguientes:

COBRE NATIVO

(Gediegen Kupfer) (1)

Conocido desde la más remota antigüedad; los griegos lo llamaban χαχόλς y los romanos *cuprus ó cuprum* que á su vez viene de *ciprus* (Chipre) isla dedicada á Venus.

Morfología.—Cúbico; sin exfoliación aparente; preséntase casi siempre en octaedros (111)—O, (2) ó también en dodecaédros romboidales (011)— ∞ O, simples ó modificados por las caras del cubo (001)—∞ O ∞ ó del exaquistetraedro (012)—∞ O 2; por lo común en formas desproporcionadas y también en maclas: 1.º hemitropía normal á 111; 2.º hemitropía entre dos cristales con caras 001, 011, 111, alargados según 001, 111; en cristales arborescentes y de forma ramosa, dendrítica, capilar, filiforme, musgoso, laminar; seudomórfica del aragonito y

(1) El nombre entre paréntesis es alemán; lo mismo se hará con los de las especies que siguen.

(2) Indico, en esta especie y en las que se describen á continuación, además de los nombres de las formas cristalográficas, las notaciones correspondientes de Miller y de Naumann ó también estas solas notaciones, en particular, cuando el nombre de la forma correspondiente se ha indicado antes. Alguna vez indico la notación de Lévy.

de la caliza; últimamente informe y en intrusiones. Por lo expuesto se verá que el cobre es un mineral que se hace notable por su seudomorfosis.—He tenido ocasión de ver, en el gabinete de la Escuela de Ingenieros, algunas muestras de cobre nativo con forma arborescente, láminas con el aspecto de hojas y troncos de árbol, cobre cristalizado en prismas exagonales cortos, seudomórficos por seudomorfosis en la aragonita, procedentes de Corocoro (Bolivia).

En este mismo gabinete existe una muestra de cobre nativo de la misma procedencia (Corocoro, Bolivia) constituida por una plancha que tiene como $1^{m} \times 0^{m}50$ y $0^{m}01$ de espesor.—Como se sabe, el cobre nativo suele presentarse, con mucha frecuencia, en placas; siendo, en el asiento mencionado éstas de grandes dimensiones, que sobrepasan en mucho á las que acabo de indicar, correspondientes á la muestra á que hago referencia.

Física.—Opaco en láminas de algún espesor; brillo metálico intenso; estructura ganchosa; color rojo propio por reflexión, con frecuencia velado de amarillo ó pardo, y por refracción, en láminas delgadas, de color verde; estría brillante; dureza: 2,5 á 3; fractura ganchosa; dúctil y maleable; peso específico: 8.85 á 8 95; funde á 1.100° y se volatiliza á una temperatura mucho más elevada.

Química.—Cuerpo simple, Cu; peso atómico: 63, equivalente: 31.5; la disolución nítrica toma un color azul intenso por el amoniaco y precipita cobre metálico sobre una lámina de hierro que se introduzca en ella; arde en el aire con llama verde; funde al soplete y colora el vidrio de borax de azul, al fuego de oxidación y de gris rojizo, al de reducción.

Geognóstica.—Yacimiento, generalmente en terrenos paleozoicos, rara vez en yacimiento secundario, en cantos y arenas; como yacimiento reciente puede citarse en las minas antiguas de sus compuestos, depositado sobre la madera. Se le encuentra en filones con otros minerales de cobre; en amigdaloides con prehnita y otros zeolitos; en masas filiformes reticuladas y en placas curvas

dando gran tenacidad á la ganga que lo contiene. El cobre nativo suele ser con frecuencia argentífero.

Sus localidades principales son: el Nassau, (Francia); Linares y Rio-Tinto (España); en el Lago Superior (EE. UU. de N. A.) cerca de Kewenaw–Point, en una de cuyas minas se halló un trozo, cuyo peso se estima en 200 toneladas; en Villa del Cobre Isla de Cuba, distrito de Lepanto, isla de Luzón y en muchos puntos de la Australia; en el Perú, se ha encontrado, en la región superior de las vetas, particularmente en el Cerro de Pasco, en Canza, en Tayacaja, en las huacas de Ancón, etc., etc.; en Bolivia son dignas de citarse las minas de San Bartolo en el desierto de Atacama y las de Corocoro; por último, en Chile las que producen en mayor cantidad este mineral, son las de Andacollo de donde se han sacado masas que tenían más de un quintal de peso.

Técnica. -Se emplea en la fabricación de monedas; en la construcción de utensilios de cocina y aparatos de destilación; en planchas para el grabado; para forrar buques y algunas veces para los techos de las casas; en la galvanoplastía; en hilos conductores de las corrientes eléctricas; y en la composición de gran número de aleaciones, entre otras, las que se pueden citar: las de oro y las de plata que constituyen los metales de monedas, joyas, vajillas, etc.; las de estaño y las de aluminio que se denominan bronces; y la de zinc, llamada: cobre amarillo, latón y también tumbago.

CALCOSINA

(Kupferglauz, Kupferglass, Lecherz)

Su nombre deriva del griego χαλχός (nombre con que Homero en su Iliada designa al cobre); también se le llama *cobre vitreo y cobre brillante.*

Morfología.— Rómbico; exfoliación imperfecta, según las caras del protoprisma (110) — ∞ P. Sus cristales son muy alterables por su poca dureza; el ángulo de las nor-

males del protoprisma $\infty P-(110)=60°25'$ le dá semejanza con las formas exagonales. Se presenta comunmente en cristales complicados que contienen facetas correspondientes á varias formas de este sistema, aplanado según el pinacoide (001)—OP y estriados en algunas caras correspondientes al pinacoide básico y al brachipinacoide. Maclas frecuentes según 110, cara del ∞P, raras según 112, cara de la pirámide obtusa $\frac{1}{2}P$; también hay asociaciones de tres cristales alrededor de una arista lateral de ángulo obtuso que mide aproximadamente 120° que llenan casi todo el espacio circular tomando la apariencia de un prisma exagonal ó de agrupaciones estrelladas. Se encuentra, por último, en masas informes, laminares ó compactas.

Física.—Opaca; brillo metaloideo; color propio, gris de hierro con irizaciones verdes y azuladas, siendo la raya del mismo color gris; dureza 2.5 á 3 con frecuencia flexible; fractura concoidea ó desigual; peso específico 5.5 á 5.8; funde á la llama de una bujía cuando pura y se pone en láminas delgadas.

Química.—Sulfuro de cobre, Cu^2S—(-cu-) que corresponde á 79.87 de cobre por 20.13 de azufre, conteniendo constantemente pequeñas cantidades de sulfuro de plata que hacen disminuir la proporción del cobre hasta un 2 °/₀.

Soluble en el ácido nítrico con depósito de azufre, en cuya solución es fácil reconocer el cobre por sus reacciones características; funde al soplete con proyección, coloreando la llama en verde; es fácilmente reductible por el carbón.

Geognóstica.—Yacimiento muy variado acompañando á otros minerales en filones, en los granitos, pizarras cristalinas, en pizarras arcillosas antiguas ó en rocas serpentínicas; en riñones y venas en terrenos de sedimiento. En algunos balnearios de Europa se ha producido Calcosina por la acción de las aguas termales sobre el bronce.

Sus localidades principales son: Cornwall, Mansfeld, Albuñozo, en Europa; Corocoro, en Bolivia; Copiapó y

Aconcagua, en Chile. Asociado al fierro micaceo se encuentra en las minas de Canza (Ica), Yanacancha (Junín), etc.

Se cambia fácilmente en covelina (Cu S); vitriolo azul (Cu SO^4); malaquita ($CuCO^3.CuO.H^2O$) y azurita ($H^2O.CuO.2CuCO^3$) por la acción de los agentes exteriores.

Técnica.—Sirve como los otros minerales de cobre para la obtención de este metal.

CALCOPIRITA

(Kupferkies, Gelferz, Nierewkies)

Deriva este nombre de χαλκός cobre y πυρίτης pirira; también se le llama *pirita de cobre* y *pirita cobriza.*

Morfología.— Tetragonal; exfoliación indistinta según las caras de la pirámide inversa (201). Se presentan cristales de apariencia octaédrica por combinación de dos esfenoédros, uno de caras lisas y otro de caras estriadas, que Saldebeck considera como positivo el primero y como negativo el segundo. El ángulo de las normales del diedro polar $=70°7'$ y el del ecuatorial$=71°20'$. Se encuentran también las combinaciones de dos pirámides inversas (101) (201) con el pinacoide básico (001) y el prisma (110) que presenta facetas de otras formas, como de los escalenoedros, constituyendo en suma, cristales de apariencia bastante variada. Los cristales más frecuentes son maclas: 1.° por compenetración de dos escalenoedros; 2.° por hemitropía normal á 111, pirámide primaria P–b½ que puede ser simple ó múltiple, formando pentamaclas por aparecer sobre las cuatro caras inferiores de un cristal (111), otras cuatro de la misma forma; 3.° por hemitropía normal á 101. P ∞—a½ pirámide inversa. Suele por fin, presentarse algunas veces en cristales seudomórficos de la calcosina. No obstante todas las formas cristalinas indicadas, es lo más còmún que

se presente en masas tuberculosas ó apezonadas y también compactas.

Física.—Opaca; brillo metálico intenso; color amarillo de latón ó de oro, con un ligero tinte verdoso y con frecuencia irizada superficialmente; su raya gris oscura y su polvo negro verdoso; dureza 3.5 á 4; bastante friable, fractura concoidea fina ó desigual, sin brillo; peso específico 4.1 á 4 3; fusible con dificultad.

Química.—Sulfuro de cobre y fierro, Cu Fe S^2 (Cu+Fe) con 34.6 de cobre, 30.5 de hierro y 34.9 de azufre en 100 partes, con indicios frecuentemente de Selenio y Teluro. Según Mr. Knop la fórmula racional de la calcopirita seria $Cu^2S.\ Fe^2S^3$ en la que están duplicados los elementos, obteniéndose, por tanto, la misma composición centesimal. Soluble en el ácido cloronítrico y aún en el ácido nítrico solamente con depósito de azufre; tratada ésta solución por el amoniaco se colora en azul precipitando óxido férrico y precipita el cobre metálico sobre una lámina de fierro que se introduzca en ella. Al soplete salta al principio, desarrollando un gas anhidrido sulfuroso SO^2 y funde en seguida produciendo un glóbulo negro, agrio y magnético.

Geognóstica.—Su yacimiento es muy variado siendo, si se quiere, la especie del cobre mas abundante; acompaña con frecuencia á la calcosina y á la covelina, que pueden originarse de su descomposición; así como también á otras especies del género ó de géneros diferentes, como á la pirita de hierro FeS, al cuarzo SiO^2 y á los filones estanníferos.—Las minas más considerables se hallan en Inglaterra, Siberia, Suecia, Sajonia, España, Isla de Cuba, Perú, Bolivia y Chile.

Como último término de la transformación de la calcopirita se encuentran los sulfatos de cobre y de hierro, vitriolo azul y vitriolo verde, que también se llaman cianosa el primero y melanteria el segundo, formando antes calcosina y covelina con separación de óxido férrico, según se dijo, los cuales minerales en presencia de los

carbonatos originan malaquita y azurita, y con el cuarzo de los filones se produce crisocola y cobre piceo. (1)

Técnica.—Independientemente de su empleo para la extracción del cobre, la calcopirita no tiene aplicación; pero en este uso goza de bastante importancia pues produce la mayor parte del cobre que se encuentra en el comercio, no obstante el ser bastante laborioso su beneficio, por encontrarse este mineral abundantemente repartido en la corteza terrestre.

PANABASA

Deriva este nombre del griego πᾶν todo, βάσις bases. Se le denomina también tetraedrita antimonífera, y comprende algunas variedades dependientes de la sustitución de unos metales por otros, que algunos autores consideran como otras tantas especies, ó aún como subgéneros (Tschermak) y que junto con la tenantita ó tetraedrita arsenífera, que describo en seguida, se estudiaban antes con el nombre de cobres grises, Fahlerz, Schwarzerz, Grangültigerz, Schwartzgültigerz, Weissgültigerz de los alemanes. En el Perú se le llama PAVONADO.

Morfología.— Cúbico; exfoliación imperfecta según a^1—111—O, caras del octaedro. Se presenta constantemente en tetraedros $\frac{1}{2}a^1$–x(111)–$\frac{0}{2}$, lo que le ha valido el nombre de *tetraedrita* dado por Haidinger y Delafosse; también se le encuentra en triaquistetraedros ó tetraedro piramidado x(211) — $\frac{mom}{2}$. Combinaciones de estas formas con el dodecaedro traperzoidal $\frac{mo}{2}$. x(332); tetraedro con el cubo y también con el dodecaedro romboidal (011) predominando algunas veces este último. Es notable la combinación de dos tetraedros, uno brillante

(1) COBRE PICEO: limonita producida por la descomposición de la calcopirita, que contiene una cierta cantidad de silicato de cobre.

que se considera como positivo y el otro mate mirado como negativo (Sadebeck). Maclas abundantes según 111 y tetraedros compenetrados. Asociaciones de calcopirita y panabasa, presentándose la primera en cristales submicroscópicos de una costra amarilla algunas veces irizada, cubriendo las caras de la panabasa, con el eje principal paralelo á uno de los ejes de ésta.—Amorfa en masas compactas; granulares ó escamosas; trozos redondeados, aplanados, etc.

Física. —Opaca; brillo metaloideo intenso; color gris de acero ó gris oscuro de hierro; raya negra algo rojiza cuando es rica en zinc; dureza 3 á 4, fractura concoidea ó desigual, frágil; peso específico: 4.5 á 5.2; funde por el calor.

Química.— Sulfoantimoniato de cobre, fierro y otros metales, cuya composición, aunque muy variada, se puede representar de un modo general, según los análisis de H. Rose por Cu^8SbS^7 en la que el cobre está con frecuencia sustituido, en parte, por plata, zinc, mercurio, fierro, etc.; resultando las variedades panabasa común, panabasa argentífera, que se dice freibergita, y panabasa mercurífera que forma la especie Schwatzita ó espaniolita de algunos autores; cuya composición se les puede representar del modo siguiente:

Panabasa común: $Cu^{12}Zn^2Sb^4S^{13}$(38Cu, 7.8Zn, 23.3Sb, 24.9S).

Panabasa argentífera: $Ag^9Sb^{13}S^9$. Cu Fe^2SbS^4(13.2Cu,33. 8Ag.5.8Fe, 35.5Sb,21.7S)

Panabasa mercurial: $Cu^9Sb^3S^9$. Cu Hg^2SbS^4(32.7Cu,20.6Hg,25.2Sb 21.5S).

Soluble en el ácido nítrico depositando muchas veces ácido arsenioso y en cuya solución será fácil caracterizar los metales que contiene; funde al soplete con desprendimiento de vapores antimoniales y produce una escoria negra; con los flujos produce las reacciones del cobre y algunas veces las del hierro; la sosa la convierte en un botón de cobre metálico; tostada y fundida en el tubo cerrado produce sublimado rojo oscuro; en el tubo abierto sublimado de antimonio.

Geognóstica.—Yace en los terrenos más antiguos con las rocas metamórficas, gneiss, micacita, talcita, anfibolita, etc.; en el periodo primario ó época paleozoica, particularmente en el terreno silúrico. Es un mineral bastante común que puede formar por sí solo yacimientos de alguna consideración; pero que generalmente se encuentra asociado á otros muchos minerales, de los cuales, la mayor parte de ellos, provienen de su descomposición, como son: las piritas, calcopiritas, millerita, blenda, galena, argirosa, cinabrio, alabandina, estibina, hierro espático, cuarzo, baritina, etc.

Como localidades importantes se pueden citar: Baigorie (Francia); Freiberg, Saxe, Klaustal, Harz, Cornwall (Inglaterra); Palatinado (Alemania); Granada y Almería (España); Guanajuato (Méjico); Hualgayoc, Libertad y Cerro de Pasco (Perú); etc. etc.

Por alteración, la panabasa produce: malaquita, azurita, ocre de antimonio, argirosa, akantita y otros minerales, como es fácil de comprender teniendo en cuenta su múltiple y variada composición.

Técnica.—Se explota la panabasa para extraer el cobre, la plata y el mercurio en las variedades que contienen estos metales. En el Perú, la panabasa argentífera, suele tener una alta ley (200, 300 y 400 marcos de plata) que hace muy codiciable su explotación y beneficio.

TENANTITA

(Kunferfahlerz)

Especie dedicada al mineralogista Tenant por Phillips. Se le denomina también *Tetraedrita arsenífera* y constituye, con la especie anterior, los minerales denominados cobres grises.

Morfología.— Cúbico; exfoliación imperfecta según las caras del dodecaedro romboidal b^1–(011)–∞O. Predominan los cubos y los dodecaedros romboidales encon-

trándose también los tetraedros y otras de las formas que se han indicado al tratar de la panabasa.

Física.—Opaca; brillo metaloideo débil; color gris oscuro de hierro; raya y polvo gris rojizo tirando al rojo cereza oscuro; dureza 3.5 á 4; fractura desigual y granulada; peso específico: 4.4 á 4.9; decrepita y funde por el calor.

Química.— Sulfoarseniuro de cobre; en el que el cobre es reemplazado, en parte, por el hierro ó el zinc y algo de plata, cuyas composiciones se pueden referir á las dos fórmulas siguientes: $Cu^9As^3S^6.Cu^5AsS^4$ (55.4Cu, 18.7AS, 25.9S) y $Cu^9As^3S^6.CuFe^2AsS^4$ (43 4Cu, 7.7Fe, 20.5As, 28.5S) que corresponden á los subgéneros: *tetraedrita arsenical ordinaria* y *tenantita* de Tschermak; que Lapparent denomina las variedades: *tenantita no ferrífera* y *tenantita ferrífera ó tenantita propiamente dicha*, por ser para esta última que Mr. Phillips creó la especie *Tenantita*. Soluble en el ácido nítrico: funde al soplete con crepitación, desprendiendo vapores arsenicales y produciendo una laca ó escoria que puede ser magnética ó nó, según sea la variedad ferrífera ó la que no contiene el metal fierro que le comunica á la otra dicha propiedad.

Geognóstica.—Yacimientos los mismos que los de la especie anteriormente descrita.

Entre sus localidades se pueden citar además de las de aquella: Noruega, Canadá, Gistaen y Sallen.

Produce, como la Panabasa, diversos minerales por su descomposición.

Técnica.—Se emplea para la extracción del cobre, del que suele contener la especie ó variedad no ferrífera hasta 55 °/₀.

CUPRITA

(Roth Kupferz, Ziegelerz) de *Cuprus* (cobre).

También se le denomina *Ziguelina*, nombre derivado de la palabra alemana Ziegelerz, mina color ladrillo, cobre rojo, cobre oxidulado, cobre oxidado rojo, rosicler de cobre, etc.

Morfología. — Cúbico; exfoliación según (111) bastante perfecta. Se presenta generalmente en cristales octaédricos (111), rara vez en cubos (001) ó en dodecaedros (011) ó en combinaciones (111) (001), con predominio del (111) y también (111) (011), con predominio de esta última forma; suelen, por último, observarse, aunque rara vez, los icositetraedros (211) ó triaquisoctaedros (221). Cuando no cristaliza, se presenta en masas informes granulares; capilar y reticulada, recibiendo en este último caso el nombre de *Calcotriquita.*

Física. — Trasluciente en los cristales pequeños; brillo metálico adamantino en las caras lisas; color rojo de cochinilla ó gris de plomo; raya rojo parda, dureza: 3.5 á 4; fractura desigual ó concoidea; peso específico: 5.8 á 6.1; fusible por la acción del calor.

Química. — Protóxido de cobre, que también se llama óxido cuproso Cu^2O (Cu^2) (88.8Cu, 11.2O). Soluble en los ácidos y también en el amoniaco, en cuyas soluciones es fácil caracterizar el cobre; al soplete funde produciendo un glóbulo negro á la llama de oxidación y un botón de cobre metálico á la de reducción.

Geognóstica. — Yace de preferencia en los depósitos de calcosina, calcopirita y minerales análogos en descomposición; siendo por consiguiente más comunes en la parte de la mina que se encuentra en contacto con los agentes exteriores, donde se le halla asociada al cobre nativo.

De Cornwall (Inglaterra), Chessy (Francia), Montes Urales (Rusia) y de Australia proceden magníficos cristales que se encuentran en las colecciones mineralógicas. En el Perú, Bolivia y Chile abunda esta especie mezclada con limonita, constituyendo el *cobre rojo de teja.*

Por desoxidación puede producir cobre nativo y combinándose al anhidrido carbónico puede producir carbonatos. Se produce en las escorias de la metalurgia del cobre y como patina en los objetos antiguos de cobre.

Técnica. — Es el mineral más rico después del cobre nativo y su beneficio de los más sencillos. Se emplea para extraer el cobre.

MALAQUITA

Deriva su nombre de μαλάχη (malva) por su color verde. Se le llama también *cobre carbonatado verde*, *cobre verde*, *verde de montaña*, *cenizas verdes*, *cobre hidro-carbonatado cristalizado*, *etc*. (1)

Morfología.— Monoclínico; exfoliación perfecta según la base P—001—OP y también, aunque menos perfecta, según g^1—010—∞ P ∞, clino pinacoide.—Cristales raros, prismáticos, simples ó soldados, alargados y también combinados con los pinacoides; ángulo de las normales del clinoprisma (110) ∞P=75°41′. Seudomórfica de otros muchos minerales de cobre, como calcosina, cobre nativo, cuprita, atacamita, azurita, etc.; amorfa en masas aciculares ó fibrosas, concrecionadas, apezonadas ó terrosas.

Física.—Trasluciente, casi opaca; brillo adamantino, vitrio y aún sedoso, nacarado en las bases, *p*; color verde esmeralda al azul verdoso, verde prado ó verde manzana, raya y polvo algo más claros que los ejemplares á que se refieren; peso específico: 3.9 á 4; dureza 3.5 á 4; frágil; fusible por el calor.

Química.—Carbonato de cobre hidratado ó carbonato de cobre unido á un hidrato de cobre, correspondiente á la fórmula: $H^2O.CuO.CuCO^3$ $(\dot{C}u\,\ddot{C} + \dot{C}u\,\dot{H})$ (2 Cu O, 19.9CO^2,8.1H^2O)—Soluble con efervescencia en los ácidos y también se disuelve en el amoniaco; funde al soplete produciendo sobre el carbón cobre metálico; en el tubo cerrado produce primero agua y en seguida decrepita y

(1) El nombre de MALAQUITA, con el que más generalmente se conoce esta importante especie, no es sin duda el más apropiado, porque es muy suceptible de considerarlo derivado de las voces μαλαχος, blando y λιτος piedra; que querría decir piedra blanda, nombre impropio pues su dureza alcanza al 4° término de la escala de Mohs, habiendo, por consiguiente, muchos minerales más blandos que ella. No digo nada del significado de color verde y que no le corresponde exclusivamente, porque de este defecto participan muchos nombres en las Ciencias Naturales.

se ennegrece; colora la perla de borax en verde esmeralda.

Geognóstica.—Está casi siempre subordinada á otros minerales, particularmente á los de cobre, de cuyas alteraciones suele provenir; se le encuentra en los afloramientos de las vetas ó en las galerías de las minas donde forma costras cristalinas ó pequeños depósitos concrecionados; puede verse acompañada de limonita ó de cobre piceo si el mineral originario es la calcopirita; las variedades concrecionadas ó terrosas yacen en terrenos secundarios con arcillas y arenas; por último, se le encuentra también en gangas, filones ó vetas en los gneiss.

De los Montes Urales (Siberia), proceden grandes masas de malaquita concrecionada de las que una que se encuentra en la Escuela de Minas de San Petersburgo pesa 1,500 kilogramos y cuyo valor se estima en 525,000 rublos (como 100,000 soles de plata nuestros.)

Hay también variedades fibrosas y concrecionadas en Chessy (Francia); en Sajonia, Bohemia, Hungría; en algunas localidades de España; en Bogoslowsk; en Inglaterra; etc. En América se encuentra malaquita en casi todas las minas de cobre, en particular en las de Chile, en las cuales siempre se halla en la parte superior de las vetas.

Técnica.- Prestándose las variedades concrecionadas y fibrosas á recibir un magnífico pulimento, son empleadas para construir piezas de ornamentación y objetos de lujo de gran valor, vasos camafeos, etc. Cuando no se presta al pulimento se echa casi siempre á los hornos, junto con los otros minerales que acompaña, para extraer el cobre; pero algunas veces, para sacar mejor partido, se la separa y se emplea reducida á polvo en la pintura ó también para preparar el sulfato de cobre, caparrosa azul ó vitriolo azul.

AZURITA

(Kupferlazur).

Así denominada por el color azul que presenta en to-

dos sus ejemplares; se le llama también *cobre carbonatado azul* ó simplemente *cobre azul*, *chessylita*, *azul de montaña*, *cenizas azules*, *piedra de Armenia*, etc.

No debe confundirse con la *Klaprotina* ó *Klaprotita*, entre cuyos sinónimos considera Bendant el nombre de azurita (1832, pág. 576, tomo II).

Morfología. — Monoclínico; exfoliación según el clinopinacoide $\infty P \infty$ y clinodoma e^1–(011)–$P\infty$. Cristales cortos ó alargados según la ortodiagonal, aplanados según las bases. A veces prismáticos modificados en sus aristas y ángulos originando formas complicadas. Los ángulos de las normales (011) = 80°40′ y de las (110) = 120°48′. Maclas por hemitropía normal á las caras del ortodoma positivo $P\infty$. Masas concrecionadas, aciculares ó fibroso-radiadas.

Física. — Traslúcida; doble refracción positiva $\rho > v$ ó también opaca; brillo vítreo; color azul celeste ó azul intenso; raya azul más claro que la muestra que se examina; peso específico: 3.7 á 3.8; dureza: 3.5 á 4; fractura concoidea ó terrosa, frágil; fusible por el calor.

Química. — Carbonato de cobre hidratado ó carbonato de cobre unido á un hidrato del mismo metal. Sus elementos son los mismos que los de la malaquita, unidos en diferentes proporciones, según lo manifiesta la fórmula $H^2O.\ CuO.\ 2CuCO^3$ ó $(2\dot{C}u\ \ddot{C} + \dot{C}u\dot{H})$ que dá $(69.24Cu,\ 25.54CO^2,\ 5.22H^2O)$. Sus relaciones son idénticas á las de la malaquita con la que se relaciona íntimamente por su composición, como se acaba de manifestar.

Se han obtenido por Becquerel cristales de la forma y composición de la azurita, introduciendo creta en una solución de nitrato de cobre á la temperatura ordinaria; y Senarmont obtuvo malaquita pulverulenta por la acción de la caliza sobre una solución de cloruro de cobre calentada á una temperatura de 160°.

Geognóstica. — El yacimiento de este mineral es el mismo que el de la malaquita en la que se cambia con mucha facilidad.

Bellas muestras de azurita cristalizada y grupos esferoidales proceden de Chessy y León (Francia) donde se le encuentra en una capa de arcilla y de litomarga en una veta de calcopirita; también proceden ejemplares de Cornwall, Sajonia, Hungría y otros puntos.

Técnica. — Sus aplicaciones son las mismas que las de la malaquita, aunque en mucha menor escala. Se usa en la ornamentación; para extraer el cobre; en la preparación de polvos azules; etc.

CIANOSA

(Kupfervitriol)

Derivado de κυανός, azul; nombre dado por Bendant. — Dana y Tschermak prefieren el nombre de calcantita. dado por Kobell que proviene de χαλκανθον, *chalcanthum*, nombre con el que se ha designado á este vitriolo desde la antigüedad. Se le llama también *vitriolo de cobre, caparrosa azul, piedra lipe*, etc.

Morfología. — Triclínico; exfoliación muy imperfecta según los hemiprismas ($\bar{1}10$)–(110)–m, t; puede decirse que no tiene ninguna exfoliación clara. En el prisma fundamental de esta especie, los ángulos de la base P miden (mt)=123°10' y 55°50'; estando inclinada sobre las caras laterales 109°32' y 127°40'. En combinaciones de los hemiprismas con los pinacoides y el hemimacrodoma inferior (001) ($\bar{1}10$) (110) (100) (010) ($\bar{1}01$); y también formas de los hemiprismas con las tetartopirámides; siempre con algunas variantes en los coeficientes; con estrías en las caras laterales, paralelas á la arista del ángulo obtuso. Se le encuentra en costras cristalinas, en estalactitas, en masas fibrosas, etc.

Física. — Traslúcida; brillo vítreo; color azul celeste al azul de Prusia; polvo incoloro; soluble en el agua; sabor especial: desagradable, nauseabundo, repugnante, algo astringente; peso específico: 2.21; dureza: 2.5; frágil, eflorescente al aire, transformándose en un polvo verde claro, volviéndose opaca; funde por el calor.

Química.—Sulfato de cobre hidratado: $Cu.SO^4.5H^2O$ ó $(\dot{Cu}\dddot{S}+5\dot{H})$ que dá (CuO, 31.88; SO^3 32.07; H^2O, 36.05). En la solución acuosa se pue le reconocer el cobre y el ácido sulfúrico; por la vía seca dá las reacciones del cobre. Se le obtiene artificialmente haciendo evaporar las soluciones de sulfato de cobre.

Geognóstica.—Se presenta siempre como producto de descomposición de la calcopirita y por consiguiente en las galerías de las minas de dicho mineral, y sobre todo cuando han sido abandonadas.

Técnica.—Es una sustancia que se usa para teñir; en las pilas eléctricas, tipo Daniel; en la galvanoplastía con variados objetos; en la medicina y en la veterinaria como astringente y algunas veces como cáustico, para el tratamiento de las enfermedades de los ojos; como mordiente y emético. Suele echarse á los hornos, junto con los otros minerales á que acompaña, para extraer el cobre; pero más generalmente se le separa por medio del agua que en seguida se hace evaporar, para que cristalice el mineral de que me ocupo, y con frecuencia también se le prepara industrialmente.

DIOPTASA

(Kupferzmaragd)

Nombre dado por Haüz, derivado de las voces: *δία* (al través), *ὄπτοραι* (yo miro) porque se ven los planos de exfoliación. Primero fué denominada *Achisita* por haberla presentado á la ciencia un comerciante llamado Achir -Malmed.

Morfología.—Romboédrico; exfoliación perfecta según (110). Cristales de combinación del deutoprisma $\infty P2$ con los romboedros $-2R$ y $R3$. En formas tetartoédricas constituidas por cristales que contienen la mitad de las caras de un romboedro $-2R$; el prisma $\infty P2$, las del escalenoedro $-2R\frac{7}{6}$.

Física.—Transparente; doble refracción enérgica positiva; brillo vitreo; color verde esmeralda y algunas veces verde gris; raya y polvo blanco verdoso; peso específico: 3.27 á 3.34; dureza: 5; frágil; no funde por el calor; colora la llama en verde.

Química.—Silicato de cobre hidratado ó hidrosilicato de cobre: H^2CuSiO^4 ó $(\dot{C}u\ \ddot{S}i + \dot{H})$; (Cu,39 74; Si,17.95, 41.03, H. 1.28,) Reducida á polvo se disuelve en el acido nítrico y también en el amoniaco precipitando sílice gelatinosa; calentado en el tubo de prueba dá agua y se ennegrece sin fundir; al soplete ennegrece también; con el borax y la sal de fósforo da al soplete reacciones del cobre con formación de esqueleto silicioso.

Geognóstica.—Sus cristales provienen de un calcáreo compacto de las estepas de Kirghizes (Rusia Oriental). Se encuentra además en otros puntos de los tres continentes. pero generalmente amorfa.

Técnica—Sólo sirve como muestra en las colecciones mineralógicas.

Aunque las diez especies que llevo descritas no representan ni la cuarta parte de las 43 que consigna M. Lapparent en su obra citada, sin contar las especies de otros autores que él considera como variedades: como la *Kupferblenda* de Freiberg y la *Sandvergita*, variedades de *Tenantita;* la *Misorina* considerada como *Malaquita* impura; etc.; creo haber llenado el objeto que me propuse de considerar algo en general sobre las especies mineralógicas del cobre, pues ellas son las más importantes y á su alrededor pueden agruparse todas las demás, en particular las que tienen aplicaciones industriales, sobre todo en lo que se refiere á la metalurgia. Así, al lado de la *Calcosina*, que es un sulfuro, se pueden colocar: la *Covelina*, sulfuro también, la *Berzelianita*, seleniuro y los arseniuros *Domeyquita*, *Algodonita*, *Whitneyita*; junto á la *Calcopirita*, sulfuro de cobre y fierro: la *Cubana* ó *Cubanita*, la *Erubescita* (cobre abigarrado ó Filipsita),

que contienen los mismos elementos que aquella, aunque en distintas proporciones; la *Panabasa* y la *Tenantita* forman el núcleo de las especies que se estudiaban con los nombres de *cobres grises* ó de *Tetraedrita*, á saber: *Freibergita*, *Schwatzita ó Espaniolita*, *Enargita*, *Clarita* de Sandverger, *Famatinita*, *Wolfsbergita ó Calcostibita*—Así como la *Kupferblenda* y *Sandvergita*, la *Melaconisa* y *Tenorita*, forman al lado de la *Cuprita* que he descrito, el grupo de los óxidos; así la *Malaquita* y la *Azurita* son los principales carbonatos á cuyo lado se agrupan la *Auricalcita* y la *Buratita* variedad de ésta, así como la *Mirosina* que he indicado como *Malaquita* impura— La *Cianosa* es el sulfato que merece mayor atención, al lado del cual se encuentran: la *Brochantita*, *Langita*, *Pisanita*, *Lettsomita ó Cyanotriquita;* así como la *Hidrocyanita y Dolerofanita* aunque son sulfatos anhidros.— Los fosfatos, arseniatos y vanadiatos: *Libetenita*, *Lunnita*, *Olivenita*, *Eucroíta*, *Áfanesa*, *Erinita*, *Calcofilita*, *Liroconita*, *Volbortita*, *Calcovolbortita*, variedad de ésta última, las considero como especies de gabinete, por lo que no describo ninguna de ellas. Sucede lo mismo con la *Nantokita*, que es un cloruro y la *Atacamita*, un oxicloruro hidratado. Y aunque casi en el mismo caso se encuentran la *Crisocola* y la *Dioptasa*, que son silicatos, me he ocupado de esta última, aunque muy ligeramente, por tener cierta importancia especulativa, y por no pasar por alto tres grupos de los que considera el señor Lapparent en su interesante estudio sobre los minerales de cobre.

Réstame ahora, para terminar esta primera parte, señalar cuales son las especies y variedades que se encuentran en los gabinetes escolares de Lima, que consigno en el orden en que los he visitado.

Gabinete del Colegio de Guadalupe.

Consta de 300 muestras encargadas á Francia por el

intermedio de la casa Galland (Librería francesa) en 1890. Se hallan arregladas según la clasificación de Lapparent y entre ellas se encuentran siete de minerales de cobre que corresponden á las siguientes especies:

N°. 234—COBRE NATIVO—Agrupación arborescente de los cristales muy pequeños, de formas imperfectas mal definidas.

N.° 150—MALAQUITA—Variedad concrecionada, de color no muy puro, de tamaño demasiado pequeño y algo alterada.

N.° 149—MALAQUITA—Se ofrece en pequeñas manchas sobre su ganga que en algunos puntos presenta manchitas azules que acusan la transformación de la *Malaquita* en *Azurita.*

N.° 151—AZURITA– En una roca cuarzosa que contiene además *Malaquita* y *Calcopirita,* lo que parece poner en evidencia la transformación del último mineral en los dos primeros.

N.° 152—AZURITA—En pequeñas manchas sobre su ganga.

N°s. 194 y 195—CALCOPIRITA—Se ofrece en puntos no cristalizados, salpicando acá y allá una roca silicosa que contiene también óxido de hierro.

En ninguna de estas muestras se encuentra señalada su procedencia y aunque he tratado de averiguarla, consultando el catálogo respectivo, me ha sido imposible el conseguirlo, porque dicho catálogo no me lo ha podido proporcionar el ayudante de este gabinete, no obstante la buena voluntad que manifestó para satisfacer mis deseos.

Colección clásica de la Escuela de Ingenieros.

Se compone de 426 muestras, obsequiadas por los señores Phlücker y Rico Hnos. en 1884, venidas de Freiberg. Las especies que representan se encuentran coleccionadas según la clasificación de Leimeric y entre ellas hay nueve de minerales de cobre en once muestras, como sigue:

N.° 249 — COBRE NATIVO.
N.os. 266 y 267 — CALCOPIRITA.
N.° 243 — CUPRITA CON COBRE NATIVO.
N.° 264 — FILIPSITA — (Erubescita-Bornita).
N.os 212 y 213 — CRISOCOLA.
N.° 272 — TETRAEDRITA.
N.° 214 — MALAQUITA.
N.° 215 — AZURITA.
N.° 265 — HOMICHLÍNO (Proc. Plauen, Sajonia).

La muestra N.° 266 presenta la *Calcopirita* en agrupaciones irregulares de cristales imperfectos difíciles de definir la forma á que pertenecen, sobre dolomia — Contiene además *Calcita* y *Siderita* — Procedencia: Freiberg.

La otra muestra de *Calcopirita* N.° 267 es amorfa, presentándose en ella el mineral puro en masa compacta. — Procedencia: Sajonia.

La *Cuprita*, que se encuentra con el N.° 243 dice la muestra contener *cobre nativo*, el que no es nada aparente, tal vez, por cambio subsiguiente á la conservación.

En la *Azurita* N.° 215 se notan algunas caras de cristales que forman una aglomeración voluminosa de color azul de Prusia, bien definido. — Procedencia: Altay (Rusia).

Las muestras de *Crisocola* N.os 212 y 213, son de textura escamosa sumamente fina; de color verde puro, la primera N.° 212, — Procedencia: Atacama; y verde azulado, la segunda N.° 213 — Procedencia: Silecia.

La TETRAEDRITA N.° 272, se ofrece en cristales aislados, tetraédricos bien definidos sobre cuarzo hialino, en cristales prismáticos apuntados y agregados irregularmente — Procedencia: Rapnik (Hungría).

De las otras muestras no tengo observación alguna que consignar.

Colección clásica de la Facultad de Ciencias.

Consta de 480 muestras venidas de la casa del Dr. F. Krantz de Boon (Alemania). Está arreglada según P.

Groth — ("Tabellarische Uebersicht der Mineralien" IV ed, 1898.) y contiene 25 muestras de minerales de cobre que son las siguientes:

N. 15 — Cobre nativo (Cu) — Procedencia: Lago Superior, Michigán–Estados Unidos de América.

N. 52 — Zorgita ($PbSe+Cu^2Se$) — Procedencia: Zorge–Harz.

N. 54 — Calcosina (Cu^2S) — Procedencia: Salchendorf–Westfalen.

N. 55 — Estromeyerita $(Cu\ Ag)^2S$ — Procedencia: (Esta muestra no ha traído la etiqueta que acredita su procedencia).

N- 57 — Covelina (CuS) — Procedencia: Moonta--Sud Australia.

N. 59 — Bornita *(Filipsita)* (FeS^3Cu^3) — Procedencia: Monte Catini–Italia.

N. 60 — Calcopirita (FeS^2Cu) — Procedencia: Rheinprenssen.

N. 68 — Binnita ($As^4S^9Cu^6$) Procedencia: Binn–Schweiz.

N. 73 — Bournonita ($Sb^2S^6Pb^2Cu^2$) — Procedencia: Pribram–Böhmen.

N. 74 — Tetraedrita $\left\{\begin{matrix} As^2S^7(Cu^2FeZn)^4 \\ Sb^2S^7(Cu^2Ag^2FeZn)^4 \end{matrix}\right\}$ Procedencia: Musen–Westfalen.

N, 75 — Schwatsita $(SbAs)^2S^7(Cu^2Ag^2FeZn)^4$ — Procedencia: Schwatz-Tirol.

N 118 — Cuprita (Cu^2O) — Procedencia: Bisbee–Arizona.

N. 157 — Atacamita $Cu(OH)Cl,Cu(OH)^2$ — Procedencia: Mina Criadero, Sierra Almagrera–España.

N. 181 — Malaquita $CO^3(Cu.OH)^2$ – Procedencia: Schulemberg–Harz.

N. 182 — Azurita $(CO^3)^2Cu(Cu.OH)^2$ – Procedencia: Bisbee–Arizona.

N. 205 — Linarita $SO^4[(PbCu)OH]^2$ — Procedencia: Roughtenhill.

N. 214 — Calcantita ($SO^4Cu.5H^2O$) – Procedencia: Rammelsberg-Harz.

N. 215—Serpierita $SO^4(CuZnCa).3H^2O$ —Procedencia: Lauriu-Griechenland.

N. 216—Langita $SO^4(Cu.OH)^2 2Cu(OH)^2.H^2O$—Procedencia: Klausen-Tirol.

N. 259—Fosforocalcita $PO^4(Cu.OH)^3$— Procedencia: Virneberg-Rheinprenssen.

N. 272— Eucroïta $AsO^4Cu(Cu.OH)^4.3H^2O$ — Procedencia: Libethen-Hungria.

N. 273—Leukocalcita $AsO^4Cu(Cu.OH).H^2O$ – Procedencia: Schölekrippen-Spessart.

N. 278—Calcosiderita $(PO^4)^4(Fe,Al)^2(FeO)^4Cu.8H^2O$—Procedencia: Phœnix Mine-Cornwall.

N. 282—Mixita $(AsO^4)^5BiCu^{10}(OH)^8.7H^2O$ — Procedencia: Toachimsthal-Böhmen.

N. 324—Dioptasa (SiO^4CuH^2) – Procedencia: Kúgisens teppe.

Sólo en estos últimos días he podido revisar esta colección, por estar recientemente llegada, de manera que aún no están colocadas las muestras en los muestrarios respectivos, por lo que sólo consigno, muy á mi pesar, las indicaciones queconstan en la etiqueta de cada muestra á lo que no ha sido tan fácil de arribar por no estar en concordancia con el catálogo en algunas de ellas; si hubiera podido disponer de más tiempo me habría sido satisfactorio completar los datos, referentes á esta colección, en lo que se refiere al cobre, consignando la roca en la que yace el mineral dominante y los otros minerales que en muchos casos lo acompañan, llenando el vacío que hay en el catálogo y etiquetas de la colección que examino. Este trabajo bastante delicado y largo puede servir de práctica provechosa á los alumnos de Mineralogía de esta Facultad, bajo la dirección de su ilustrado profesor, Dr. Barranca.

II.

Minerales de cobre en el Perú.

No me remontaré, en las investigaciones relativas á esta materia, más allá de los importantes trabajos del Sr. A. Raimondi, publicados en varios periódicos de la capital, y muy particularmente en su obra *El Perú*, que ha quedado desgraciadamente inconclusa, y en su *catálogo razonado de una colección de muestras, que representa los principales tipos minerales de la República*, que se publicó en 1878 con el objeto de dar á conocer, convenientemente una colección mineralógica remitida á la Exposición Universal de París del mismo año.

En este importante opúsculo, que también se titula *Minerales del Perú*, describe el señor Raimondi 652 muestras, incluyendo una de petróleo refinado ó querosene de Zorritos y seis formadas por momias de alcatraz y pato de mar y huevos de la primera de estas aves productoras de huano, importante abono natural que todos conocen.

Las muestras de minerales de cobre consignadas en este catálogo son 108 que comprenden 20 especies como aparece en los tres cuadros siguientes:

Cuadro N. 1.

POR ESPECIES MINERALÓGICAS.

Cobre nativo........	10	Marcylita	1
Calcosina....................	6	Arseniato de cobre....	2
Covelina	2	Antimoniato de cobre	5
Calcopirita.................	3	Malaquita	12
Filipsita.....................	2	Azurita.	4
(1) Panabasa....................	22	Cuprocalcita	5
Enargita....................	5	Cianosa	4
Malinowskita............	1	Brochantita...............	1
Cuprita	6	Crisocola...	6
Melaconisa.........	2	Atacamita	9
		Total	108

(1) El señor Raimondi colecciona con el nombre de *panabasa* la mayor parte de los minerales conocidos entre nosotros con el nombre de *pavonado*, aún aquellos denominados *tenantitas* por otros autores, lo mismo que la *sandvergita* de Breithaupt, teniendo en cuenta que todos encierran arsénico y antimonio además del azufre como elementos mineralizadores; separa la *enargita* de la *tenantita*, á cuyo grupo corresponde por su composición, pues difiere por la forma cristalina, aún cuando en todas las muestras que enumera no indica la especie de cristalización. Crea una especie nueva la *malinowskita* para un mineral compuesto de azufre, antimonio, cobre, plomo, plata, fierro y zinc, considerada por Dana como una variedad; se le llama, entre los mineros, *pavonado fino* y puede caber muy bien en la *panabasa*. Todos estos minerales son argentíferos y constituyen la mayor parte de los minerales de plata explotados aquí, y se encuentra en casi todos los distritos minerales.

Cuadro N. 2.

POR LOCALIDADES.

Departamentos	*Provincias*	*Distritos*	*Minas*	*N. de muestras*
Cajamarca	Cajamarca	Chetilla	Yucad	2
,,	Cajabamba	Sallapullo	Camotera	2
,,	,,	—	Aragueda	2
Libertad	Otuzco	Lucma	Tambillo	1
Ancash	Huaraz	Recuay	Oropesa	3
,,	,,	Pampas	—	1
,,	Huaylas	Caraz	H. Cañasbamba	1
,,	,,	Macate	—	1
,,	Huari	—	Tambillo	3
,,	Cajatambo	Aquia	Tuco	4
Lima	Lima	Lurín	C. de Pucará	1
,,	Yauyos	—	Mina de Yauri	1
Junín	C. de Pasco	Yanacancha	San Miguel	4
,,	,,	,,	Toril	2
,,	Tarma	Morococha	San Antonio	1
,,	,,	,,	Sr. de la Cárcel	4
,,	,,	,,	Mefisto	1
,,	,,	,,	S. Francisco	1
,,	Socavón de las minas del		Cerro de Pasco	2
Huánuco	D. de Mayo	Huallanca	Sta. María	3
,,	,,	,,	Santa Rosa	4
,,	,,	,,	S. José del Banco	1
,,	,,	,,	Carmen del Id	1
,,	,,	,,	San Rafael	2
,,	,,	,,	M. las Nieves	1
,,	,,	Queropalca	San Dimas	2
,,	,,	,,	San José	2
Ica	Ica	Canza	—	26
,,	,,	Tingue	—	6
Arequipa	Arequipa	—	Pucacancha	1
,,	Entre Arequipa é Islay	—	Cerro verde	3
,,	Camaná	Chala	Ppa. Colorada	4
Moquegua	Ilo	Pacocha	—	3
Puno	Puno	Vilque	Santa Lucía	4
Apurimac	Cotabamba	—	—	1
Tacna	Tarata	Estique	—	2
Tarapacá	Tarapacá	Pica	—	4
,,	,,	Cercanías de Coris	—	1
		Total........................		108

Cuadro N. 3.

POR DEPARTAMENTOS.

Cajamarca................	6	Arequipa....................	8
Libertad.....................	1	Moquegua.....................	3
Ancash........................	13	Puno..........................	4
Lima...........................	2	Apurimac.....................	1
Junín..........................	15	Tacna........................	2
Huánuco....................	16	Tarapacá....................	5
Ica..............................	32		
		Total..........................	108

En cuanto á la colección de muestras de minerales de cobre del Perú, presentada á la Exposición Industrial de 1892 por la Escuela Especial de Ingenieros, cuyo arreglo corrió á cargo del Dr. D. Teodorico Olaechea, podemos decir que constaba de 85 muestras del modo siguiente:

Cuadro N. 1.

POR ESPECIES MINERALÓGICAS.

Cobre nativo....	9	Malaquita.........	19
Calcosina..........	5	Azurita.............	3
Covelina........	4	Cuprocalcita.......	2
Calcopirita......	8	Atacamita.........	13
Filipsita.........	2	Crisocola..........	12
(1) Cuprita..........	3	Arcilla cuprífera....	2
(1) Ziguelina........	3		
		Total de especies 12 y de muestras...	85

(1) Distraidamente se separa aquí la *ziguelina* de la *cuprita* que son sinónimos de la misma especie.

Cuadro N. 2.

POR LOCALIDADES.

Departamentos	*Provincias*	*Distritos*	*Minas*	*N. de muestras*
Cajamarca	—	—	—	1
Lima	Yauyos	—	Tauro	1
Junín	C. de Pasco	—	Yanacancha	2
Huancavelica	Angaraes	—	C. d'Viscachas	2
,,	Castrovirreyn	Pilpichaca	Choclococha	2
Ayacucho	Parinacochas	Alrededores de Pullo		2
Ica	Ica	Canza	—	34
,,	,,	,,	Narducci	8
,,	,,	,,	Tapadita	8
,,	,,	,,	Luz del Pilar	3
,,	,,	,,	Adelaida [laboreo del Carmen]	2
,,	,,	,,	Humberto	1
,,	,,	,,	Jardín	1
,,	,,	Molinos	M d' Bertolini	1
,,	,,	Pisco	Sta. Rosa	1
,,	,,	—	Lúcumos	3
,,	Chincha	Humay	-	1
,,	,,	—	Cinco cruces	2
,,	—	Tingue	—	3
Arequipa	Camaná	Acarí	Trabajadas por el Sr. J. L. Thorndicke	3
,,	,,	H Chocavento	Pampa Colorada	1
Apurimac	Cotabambas	—	—	1
Tarapacá	Tarapacá	Pica	—	2
		Total................		85

Cuadro N. 3.

POR DEPARTAMENTOS.

Cajamarca..........	1	Ica................	68
Lima..............	1	Arequipa...........	4
Junín..............	2	Apurimac..........	1
Huancavelica........	4	Tarapacá...........	2
Ayacucho...........	2		—
		Total..................	85

Cuando se trataba de la gran Exposición Internacional que tuvo lugar en la ciudad de Chicago de los Estados Unidos de Norte América y á la cual podía concurrir el Perú, se publicó por el Sr. Dr. José S. Barranca un *Memorandum de los productos naturales peruanos que proceden de los tres reinos;* el cual en cierto modo podría servir de guía para las colecciones respectivas que se hubieran formado con tal objeto.—Concretándome á lo que él consigna respecto al cobre, indicaré que contiene 18 especies que son las siguientes:

Cobre nativo	Filipsita	Atacamita
Ziguelina	Tetraedrita	Brochantita
Melaconisa	Enargita	Krönkita
Hidrocuprita	Tenantita	Dioptas
Calcosina	Azurita	Crisocola
Calcopirita	Malaquita	Calcoblenda

Debo hacer notar que en esta parte, como en todas las demás, se hallan simplemente enumerados los productos de los que puede sacar partido el país, sin mencionar localidad alguna; indudablemente porque él iba dirigido á especialistas del país que tendrían que conocer los lugares de donde proceden ó recogerlos en donde se encontrasen y poder formar después catálogos detallados.

———

Con el objeto de poder hacer un cuadro de la colección de minerales de cobre con que el Perú contribuyó á la última Exposición Universal de París de 1900, me dirigí al "Instituto Técnico é Industrial" donde, no obstante la buena voluntad del Secretario Sr. Samuel Sayán y Palacios, sólo pude anotar los siguientes datos; pues los nombres de las especies mineralógicas no constan en los recibos de admisión de los exponentes:

Exposición Universal de París de 1900.

EXHIBICIÓN DE MINERALES DE COBRE DEL PRRÚ.

Exponente	*Nombre de la empresa minera*	*Lugar*
Alejandro Garland...	Compañía americana de minas	Lima
	Scdad. minera de Copay-Cocha	Yauli
Backus Jonhston C.°...		"
Segundo Carrión	Id. id. Cecilia y Victoria....	"
Gildemeister Hnos......		"
Piérola y Sousa.........	Id. id. de Pasco................	Huaylas
Pablo Porturas..........		Huamachuco
	C.ª del socavón de Salpito.....	Otuzco
Pedro I. Cisneros		Pomabamba
	Scdad. minera de Santa Lucía.	Lampa
Testamentería Pinillos		Pataz
Alejandro Delboy.......	Minas Germania y Perú.........	Huarochirí
Francisco Velazco		Islay
Espantoso Cossio Hns.	Minas de Ate......................	Lima

Además se han enviado por medio de la acción oficial muestras de minerales de cobre de las provincias de Canchis, Urubamba, Acomayo y Chumbivilca, del Departamento del Cuzco; de la rica región de Carabaya, del Departamento de Puno y del asiento minero del Cerro de Pasco, Junín (colección preparada por el señor Miguel Fort, de quien he podido conseguir el catálogo respectivo que aparece en seguida).

Debo hacer notar, que la mayor parte de las colecciones de minerales fueron recibidas tarde en la Exposición y sin sus clasificaciones respectivas, por lo cual no han entrado en concurso, como aparece en el catálogo de los exponentes peruanos, según la clasificación general de la Exposición Universal de 1900.

MUESTRAS **de minerales de cobre del Cerro de Pasco, recogidas y ensayadas por el Ingeniero Sr. Miguel Fort en 1899, para ser remitidas á la Exposición Universal de 1900**

Lugar	*Núm.*	*Mina*	*Especie*	*Ley cobre*
Santa Rosa....	1	Abizcochados........	Cobre gris....................	51.20
Yanacancha....	2	Rosario	Id. y súlfuros varios.........	16.93
Id.	3	San Juan	Pirita y chalcopirita en cuarzo....	1.24
Santa Rosa....	4	Santa Catalina.......	Galena	11.83
Yanacancha ...	5	Carmen de Maita.....	Oxido de fierro y cobre con carbonato de cobre..............	33.30
Id.	6	Santa Clara..........	Súlfuros d' cobre y fierro con bronce	30.54
Id.	7	Calepe........	Súlfuros de cobre, fierro y zinc....	33.80
Id.	8	Rosario	Bronce......................	4.10
Id.	9	San Juan............	Bournonita y cobre gris.........	25.28
Id.	10	Santa Clara..........	Id. ,, ,, ,, ...	33.34
Id.	11	Rosario d' Avellafuerte	Súlfuros alterados.......	21.53
Id.	12	Id.	Bournonita y cobre gris..........	2.54
Id.	13	San Miguel..........	Id ,, ,, ,, ...	26.24
Id.	14	Carmen de Maita....	Oxidos de cobre y fierro.........	27.05
Santa Rosa	15	Santa Catalina.......	Galena.......................	10.30
Yanacancha ...	16	San Francisco de Asis.	Galena, Blenda y bronce.........	1.50
Santa Rosa....	17	Abizcochados.........	Pacos........................	trazas
Yanacancha ...	18	Santa Clara..........	Fournonita y cobre gris.........	23.40

Lugar	*Núm.*	*Mina*	*Especie*	*Ley cobre*
Santa Rosa....	19	Abizcochados.........	Bournonita.....................	45,93
Yanacancha ...	20	Sacramento de Arauco	Súlfuros de cobre, zinc y fierro ...	42,39
Id.	21	San Miguel Tritaniche.	Oxidos de cobre, fierro y carbonato de cobre..................	28,48
Id.	22	Id.	Bournonita	58.56
Id.	23	Id.	Bournonita y cobre gris.........	33,40
Id.	24	Calepe	Súlfuros pulverulentos	33,12
Santa Rosa....	25	Abizcochados	Bournonita y cobre gris........	22,40
Id.	26	Id.	Súlfuros de cobre........... ...	62,26
Yanacancha ...	27	San Miguel Tritaniche.	Id. ,, ...	5,24
Id.	28	Perpetuo Socorro. ..	Súlfuros pulverulentos..........	36,80
Id.	29	Santa Clara..........	Galena y bournonita...........	21,76
Santa Rosa....	30	Abizcochados	Súlfuros de Pb y Sb..............	trazas
Id.	31	Id.	Bournonita y cobre gris.........	56,50
Id.	32	Id.	Id. ,, ,, ...	58,20
Paccha	33	Peregrina	Súlfuros de cobre, fierro, plomo y antimonio..................	34,40
Yanacancha ...	34	Perpetuo Socorro.....	Súlfuros varios.................	17,60
Paccha........	35	Peregrina	Súlfuros cobre, plomo y antimonio	24,00
Santa Rosa....	36	Santa Catalina.......	Bournonita y cobre gris	38,80
Yanacancha ...	37	Santa Clara....	Masa de súlfuros................	30,90

Lugar	*Núm.*	*Mina*	*Especie*	*Ley cobre*
Yanacancha	38		Cobre gris y galena	33,60
Id.	39	Perpètuo Socorro	Mineral sulfurado	30,40
Paccha	40	Peregrina	Bournonita y cobre gris	33,60
Santa Rosa	41	Santa Catalina	Id. ,, ,,	55,60
Id.	42	Id.	Id. ,, ,,	48,80
Yanacancha	43		Súlfuros y óxidos de cobre y fierro	26,40
Id.	44		Súlfuros pulverulentos	59,20
Santa Rosa	45	Santa Catalina	Bournonita y cobre gris	46,40
Yanacancha	46	San Vicente Ferrer	Bronce	0,50
Id.	47	Id.	Id.	1.50
Pamp. S Andrés	48	Bella Cerreña	Bournonita, chalcopyrita, pirita y galena	12,60
Santa Rosa	49	Abizcochados	Bournonita y cobre gris	55.20
Pamp. S Andrés	50	San Expedito	Cobre gris y pyrita en descomposición	35.50
Id.	51	Bella Cerreña		19,20
Yanacancha	52	Rosario Trujillo	Súlfuros varios	26,20
Id.	53	Id.	Id. superficiales	4,10
Id.	54	Id.	Masa amorfa	29,90
Pamp. S Andrés	55	Clorinda	Súlfuros varios	34.70
Santa Rosa	56	Abizcochados	Bournonita y cobre gris	49,00

Lugar	*Núm.*	*Minas*	*Especies*	*Ley cobre*
Santa Rosa......	57	Desamparados.......	Bournonita y cobre gris..............	50,60
Pamp. S Andrés	58	Cleopatra	Bronce y galena...........................	3,50
Santa Rosa	59	Abizcochados.........	Común chancado	24,80
Id.	60	Id.	Id. llampo	32,00
Matagente.....	61	Tres amigos.	Oxidos de fierro y manganeso........	2 20
Santa Rosa.. .	62	Común chancado.....	Súlfuros varios	30,40
Id.	63	Id. llampo........	id ,, ...	29,60
Matagente	64	Tres amigos...........	Oxidos de fierro y manganeso........	2,80
Pamp. S Andrés	65	San Expedito.... ..	Galena, calcopirita y cobre gris....	20,80
Yanacancha ...	66	San Vicente Ferrer....	Galena con cobre gris....................	13,60
Santa Rosa....	67	Santa Catalina.......	Bournonita y cobre gris..............	47,20
Id.	68	Abizcochados	Id. ,, ,, ...	21,60
Id.	69	Id.	Id. ,, ,, ...	25,40
Id.	70	Id.	Id. ,, ,, ...	47,20
Id.	71	Id.	Id. ,, ,, ...	48,20
Pamp. S Andrés	72	Bella Cerreña........	Blenda, bronce, bournonita y cobre gris	32,00
Santa Rosa....	73		Cobre gris	44,80
Yanacancha ...	74	La Regla.............	Bronce	2,80
Id.	75	Id.	Cobre gris, bournonita y bismutina	11,60
Id.	76	Id.	Id. ,, ,, ,, ...	6,60

Lugar	*Núm.*	*Mina*	*Especie*	*Ley cobre*
Yanacancha	77	La Regla........................	Venilla en descomposición............	8,80
Santa Rosa......	78	Animillas............	Bournonita y cobre gris..	42,60
Yanacancha ...	79	Perpetuo Socorro.....	Masa sulfurada	26,20
Id.	80		Id. ,, ...	21,40
Id.	81		Galena, cobre gris y bournonita....	16,20
Id.	82		Parte oxidada..................................	19.30
Id.	83		Cobre gris	51,60
Id.	84	San Miguel..........	Cobre nativo................................	——

— — — —

En el "Instituto Técnico é Industrial" he visto una colección de minerales del Cerro de Pasco, obsequiada por los Ingenieros Señores Miguel Fort y Pedro C. Venturo, compuesta de 91 muestras de las que 38 son de minerales de cobre, entre las cuales 7 son de cobre nativo y las demás, casi en su totalidad, de sulfuros múltiples, según el catálogo que me ha mostrado el Secretario de dicha Institución y cuya publicación se ha hecho en la Fascícula de la Sociedad Nacional de Ingenieros, correspondiente al año de 1900.

— — — —

La colección que figura en los cuadros N.os 1, 2 y 3 correspondientes á los minerales de cobre exhibidos en la Exposición Industrial de Lima en 1892, ha sido la base de la colección de minerales de cobre del Perú, que posee la Escuela de Ingenieros en su museo mineralógico, que he visitado con motivo de este trabajo y que muestra la riqueza en el metal de que me ocupo, de los Departamentos de Ica, Junín, Arequipa, etc.; que puede ser apreciada por todo el que estudie con alguna detención la variedad y multiplicidad de muestras, como lo he hecho, merced á las facilidades que con este objeto se ha dignado prestarme el doctor Teodorico Olaechea, Director de dicho museo.

Los detalles de esta colección no los consigno en este trabajo por no hacerlo demasiado largo.

Para terminar con lo relativo á las especies mineralógicas de cobre en el Perú, he creido oportuno presentar á la Facultad, una colección de 25 muestras conteniendo 12 especies mineralógicas distintas de cobre; he analizado y ensayado estas muestras en la oficina de ensayes del señor Julio H. Davelouis y la descripción detallada de esta colección aparece en seguida:

N.° **1.**—Cobre nativo con Cuprita (subóxido de cobre) y Malaquita (carbonato de cobre hidratado) en Caliza (carbonato de cal) Ley cobre: 86 °/o. *Tambo de Viso — Provincia de Huarochirí — Departamento de Lima.*

N.° **2.**—Cobre nativo en lámina ó sea cobre puro de de 98 °/o de ley.—*Minas de Canza—Provincia de Ica—Departamento de Ica.*

N.° **3.**—Cobre nativo macizo con Cuprita (subóxido de cobre) y manchas de cloruro de cobre. Ley cobre: 80 á 90 °/o.—*Minas de Canza—Provincia de Ica—Departamento de Ica.*

N.° 4.—Cuprita ó cobre rojo (subóxido de cobre)—Cobre nativo y Malaquita (carbonato de co-

bre hidratado). Ley cobre: 75 °/₀. — *Minas de Canza — Provincia de Ica — Departamento de Ica.*

N.° 5.—COBRE NATIVO en la CUPRITA (subóxido de cobre) y manchas de CRISOCOLA (silicato de cobre) en roca cuarzosa y ferruginosa -*Minas de Tuco — Provincia de Cajatambo — Departamento de Ancash.* (1)

N.° 6.—CALCOSINA (subsufuro de cobre) y PANABASA (sulfuro de cobre, antimonio y arsénico) en cuarzo ferruginoso.—Ley cobre: 40 °/₀.—*Mina de Yanacancha—Provincia del Cerro de Pasco —Departamento de Junín.*

N.° 7.—CUPRITA (subóxido de cobre).—MALAQUITA (carbonato de cobre hidratado).—AZURITA CRISTALIZADA (carbonato de cobre hidratado) y LIMONITA (sesquióxido de fierro hidratado). Ley cobre: 65 á 75 °/₀. —*Minas de Canza—Provincia de Ica—Departamento de Ica.*

N.° 8.—CALCOSINA (subsulfuro de cobre) con CALCOPIRITA (sulfuro de cobre y fierro) en CALIZA (carbonato de cal). Ley cobre: 23 °/₀. — *Minas de Canza—Provincia de Ica—Departamento de Ica.*

N.° 9.—CUPRITA (subóxido de cobre) con COBRE NATIVO y CIANOSA (sulfato de cobre) en sulfato de cal y óxido de fierro.—

Ley:

Harina metálica......	35 °/₀
Granzas ó cobre nativo.	8 50 °/₀
Ley común:....	43 50 °/₀

(1) En la muestra N.° 5 no se ha podido determinar la ley, por hallarse su riqueza en un clavo de cobre nativo encajado en la cuprita.

Tambo de Viso — Provincia de Huarochirí — Departamento de Lima.

N.° **10.** — AZURITA (carbonato de cobre hidratado) con PANABASA Ó COBRE GRIS (sulfuro de cobre, antimonio y arsénico) y LIMONITA (sesquióxido de fierro hidratado). — Ley cobre: 27 °/₀. — *Recuay — Provincia de Huaraz — Departamento de Ancash.*

N.° **11.** — AZURITA (carbonato de cobre hidratado) MALAQUITA (carbonato de cobre hidratado) y CALCOSINA (subsulfuro de cobre en CALIZA (carbonato de cal) y cuarzo ferruginoso. Ley cobre: 28 °/₀. — *Minas de Canza — Provincia de Ica — Departamento de Ica.*

N.° **12** — MELACONISA (protóxido de cobre) y MALAQUITA (carbonato de cobre hidratado) en cuarzo ferruginoso. — Ley cobre: 29^{50} °/₀. — *Cerro Azul — Provincia de Cañete — Departamento de Lima.*

N. **13.** — CALCOPIRITA (sulfuro de cobre y fierro) cristales mal definidos. — GALENA (sulfuro de plomo) y PANABASA ARGENTÍFERA Y AURÍFERA en (1) cuarzo cristalizado — Ley cobre: 21 °/₀. — *Recuay — Provincia de Huaraz — Departamento de Ancash.*

N.° **14.** — CALCOPIRITA (sulfuro de cobre y fierro). — MALAQUITA (carbonato de cobre hidratado). — MELACONISA (protóxido de cobre) y LIMONITA (sesquióxido de fierro hidratado) en CALIZA (carbonato de cal). — Ley cobre: 32^{50} °/₀. — *Minas de Canza — Provincia de Ica — Departamento de Ica.*

N.° **15.** — ATACAMITA (oxicloruro de cobre) y CRISOCOLA

(1) Esta muestra ofrece la particularidad de tener oro nativo en una de sus caras, que no he podido colocar á la vista por darle preferencia á la especie de cobre.

silicato de cobre) en cuarzo ferruginoso.—Ley cobre: 18 á 25 %.—*Cerro de "El Agustino"—Provincia de Lima—Departamento de Lima.*

N.° **16.**—CALCOPIRITA (sulfuro de cobre y fierro) y FILIPSITA (sulfuro de cobre y fierro).—Ley cobre:
(1) 30 %.—*Chicla — Provincia de Huarochirí—Departamento de Lima.*

N.° **17.**—PANABASA ARGENTÍFERA (sulfuro de cobre, plata, antimonio y arsénico) con PIRITA (sulfuro de fierro).—Ley cobre: 6 %. y ley plata: 408 marcos.—*Hualgayoc—Provincia de Hualgayoc Departamento de Cajamarca.*

N. **18.**—PANABASA ARGENTÍFERA (sulfuro de cobre, plata, antimonio y arsénico) cristales tetraédricos mal definidos, en cuarzo.—Ley cobre: 37 % y ley plata: 154 marcos.—*Huallanca—Provincia del Dos de Mayo—Departamento de Huánuco.*

N.° **19.**—PANABASA ARGENTÍFERA (sulfuro de cobre, plata, antimonio y arsénico) con manchas de MALAQUITA (carbonato de cobre hidratado) en cuarzo blanco.—Ley cobre: 47^{50} % y ley plata: 30 marcos.—*Apata—Provincia de Jauja—Departamento de Junín.*

N.° **20.**—FILIPSITA (sulfuro de cobre y fierro) llamada vulgarmente PECHO DE PALOMA con CALCOPIRITA (sulfuro de cobre y fierro) llamada vulgarmente GUALDA en BARITINA (sulfato de barita).—Ley cobre: 35 %.—*Masma— Provincia de Jauja—Departamento de Junín.*

N. **21.**—CRISOCOLA (silicato de cobre) en cuarzo ferruginoso.—Ley cobre: 29 %. — *Cerro de "El Agustino"—Provincia de Lima — Departamento de Lima.*

---

(1) La muestra N.° 16 contiene además oro y plata.

N, **22** — MALAQUITA (carbonato de cobre hidratado). — AZURITA (carbonato de cobre hidratado) y LIMONITA ARCILLOSA (sesquióxido de fierro hidratado).— Ley cobre: 48 °/₀. — *Yauli — Provincia de Jauja — Departamento de Junín.*

N.° **23.**—CALCOPIRITA (sulfuro de cobre y fierro) en pequeños cristales sobre el cuarzo blanco cristalizado en prismas. (1) — *Asiento mineral de Ticapampa — Distrito de Recuay—Departamento de Ancash.*

N.° **24.** — AZURITA (carbonato de cobre hidratado) — MALAQUITA (carbonato de cobre hidratado) — CUPRITA (subóxido de cobre). — COBRE NATIVO en la cuprita y LIMONITA (sesquióxido de fierro hidratado) en YESO (sulfato de cal). — Ley cobre: 31 [50] °/₀. — *Tambo de Viso — Provincia de Huarochirí — Departamento de Lima.*

N.° **25.** — CRISOCOLA (silicato de cobre) y LIMONITA (sesquióxido de fierro hidratado) en roca arcillosa y cuarzosa. — Ley cobre: 23 °/₀. — *Tambo de Viso — Provincia de Huarochirí — Departamento de Lima.*

Esta pequeña colección que me es grato ofrecer al Gabinete mineralógico de nuestra Facultad y que constituye la parte verdaderamente del trabajo propio de esta tesis, me ha costado no poca dificultad conseguirla y coleccionarla como se puede ver en el cuadro y la descripción que antecede, pues el estado de vacaciones en que se han encontrado los establecimientos de instrucción en la época en que he tenido que hacer este estudio me han obligado aún á recurrir á una oficina particular en la que los elementos me han sido menos com-

(1) La muestra N°. 23 no ha sido ensayada por el hecho muy particular de hallarse diseminada la calcopirita en los cristales prismáticos de cuarzo.

pletos que los que hubiera podido obtener en la Escuela de Ingenieros, por ejemplo, que por lo que respecta á la Facultad de Ciencias, como ya tengo dicho, necesitamos proveerla casi de todo.

Ojalá la contracción que he dedicado á este asunto haya podido llenar la deficiencia de medios y pueda prestar alguna utilidad á los que se dedican á los importantes estudios de las Ciencias Naturales y en particular á los estudiantes de Mineralogía de esta Facultad.

III.

Explotación de los minerales de cobre en el Perú. (1)

Por lo que se ha visto en la segunda parte, en nuestro territorio abunda el cobre en sus diversas formas mineralógicas; de tal manera que si no se hubiese presentatado con mayores atractivos el beneficio de los minerales de plata y de oro, tiempo há que el Perú hubiera sido uno de los centros productores más importantes del metal de que me ocupo.

Los indios poco conocían este metal, y durante el coloniage apenas se explotaban, en el departamento de Ica, una que otra mina cuyos minerales eran, casi en su totalidad, enviados á la Gran Bretaña por intermedio de la metrópoli, apreciándose más el oro que ellos contenían que el cobre que formaba el mineral, en tanto que existían grandes y numerosos centros en los que se explotaban las ricas minas de plata y los asientos de oro, que atrajeron de una manera muy notable, desde el principio del virreynato, la atención de los vecinos portugueses, que establecieron florescientes centros de bene-

(1) Tomo aquí la palabra *explotación*, en el sentido del provecho ó beneficio que reportan los minerales de cobre y nó en el de-laboreo de las minas-que le corresponde más extrictamente.

ficio que llegaron á infundir sospechas á los dominadores y dieron por resultado la expulsión de los portugueses y el decaimiento y abandono de sus importantes trabajos.

Sólo en el año 1873, puedo decir, que se han explotado con alguna actividad nuestras minas de cobre, y sólo en el departamento de Ica, cuyos minerales eran enviados en bruto al extrangero para ser beneficiados allá; lo que naturalmente, apesar de su elevada ley, tenía que producir escaso rendimiento al minero; pues es bien sabido, la dificultad de conseguir los medios de trasporte necesarios, cuyo precio es, por consiguiente, muy elevado.—Y así hubieran seguido las cosas, apesar de los grandes beneficios que reportaba á otras naciones la explotación de los minerales de cobre, si la baja de la plata y las dificultades para la formación de grandes sindicatos que se ocuparan de la extracción del oro no hubieran hecho ver á los mineros que se arruinaban en el Cerro, auxiliados por ingenieros expertos, que tenían á la mano abundantísimos minerales de cobre cuyo trabajo los sacaría de su penosa situación.

Hace pocos años que los empresistas señores Backus y Johnston, cuyo nombre es muy conocido por su magnífica oficina de elaboración de cerveza en esta capital, llevaron su mirada á la minería y establecieron en Casapalca, en la línea del Ferrocarril Central del Perú, á unas cuantas horas de la ciudad, una vasta oficina en la que benefician los minerales de plata de sus propias minas y las de los alrededores, así como los de cobre que se importan del Cerro de Pasco y de Yauli, reduciéndolos á matas cuya ley en cobre fluctúa entre 38 y 56 °/₀; empleándose como combustible el petróleo, importado de los yacimientos del norte, bien conocidos para nosotros, y los fundentes calcareo y ferruginoso necesarios, de las canteras inmediatas pertenecientes á la misma compañía.—Solo en el año 1890 se comenzó á fundir en esta cficina el mineral, habiéndose ocupado ántes únicamente de la preparación mecánica de los minerales.

La oficina se compone de tres pisos: en el piso superior están los aparatos de molienda que són: una chancadora para los trozos grandes, y los cilindros moledores para reducir más aún el tamaño del mineral que sale de la chancadora. Los minerales pasan al segundo piso, que es el de tostado: en él existen dos hornos Brückners giratorios; dos de reverbero, que no están en uso actualmente; un horno Parkes; uno Spence y uno Mac-Dougald; estos tres últimos son de moyado mecánico.—En este mismo nivel están las puertas de carga de los Watter-jacket, que forman el tercer piso de la oficina.—Existen dos Watter-jacket: uno pequeño y el otro de una capacidad de 80 á 100 toneladas; el aire necesario para estos hornos es suministrado por un ventilador "Root," movido por una Pelton. En este nivel se hallan los moldes para las matas.—Además existe en la oficina un aparato para la formación de ladrillos con los minerales y fundentes, para ser tratados en los hornos de fusión.—Los tres pisos están comunicados entre sí por medio de un ascensor hidráulico.—Se producen diariamente 13 toneladas de metal de la ley antes dicha (38 á 56 °/ₒ). Toda la oficina es de ladrillo de escorias y se encuentra alumbrada por luz eléctrica.

El establecimiento de esta oficina facilitó de una manera muy notable la explotación de las minas de cobre de los asientos minerales vecinos; pero no era suficiente, indudablemente, para reducir todo el mineral que podían suministrarle, ascendente solo en el Cerro de Pasco, según informe de 1897 del ingeniero señor Ismael C. Bueno, á 3,000 toneladas mensuales, sin tener en cuenta, desde luego, las dificultades de trasporte, que hacen imposible el acopio de todo mineral á un lugar distinto del de su producción, por lo que siempre se veían precisados los mineros á exportar una gran parte de él y á llegar á la precisa conclusión de que era necesario establecer oficinas de reducción en los asientos minerales mismos, lo que era indispensable, sobre todo en el Cerro y muy ventajoso por tener á poca distancia ya-

cimientos de carbón de piedra que se explotan con ventaja para la minería desde hace algún tiempo.

(1) El plano topográfico de la población del Cerro de Pasco es muy irregular; está formado por un gran número de callejuelas que se cruzan en ángulos distintos, haciendo de la ciudad un verdadero laberinto. Está completamente minada y es por esto, que en muchas casas se oyen los golpes de los barreteros que trabajan debajo de las habitaciones.

La temperatura es baja, á consecuencia de la elevación; durante los meses más fríos se mantiene á 10° ó 13° centgd. sobre cero, durante el día, y á 6° bajo cero en la noche. En el verano, que es la época de las lluvias, se experimenta un calor sofocante á la salida del sol, debido á la diatermanidad del aire seco; así los cambios atmosféricos en este lugar son muy rápidos; pero el clima es sano.—La población del Cerro de Pasco es variable, pudiendo estimarse en 10,000 habitantes.

La constitución geológica, de este punto, con respecto á su mineralización se divide en tres regiones.

En la región superior no hay cobre.

En la región media: se ha presentado cobre nativo en las minas San Miguel, San Rafael y Calepe; se encuentra cuprita, malaquita, azurita, bournonita y varios sulfuros de cobre; sulfato de cobre cristalizado, generalmente mezclado con sulfato de fierro.

En la región inferior, poco explotada, pues todos los trabajos son muy modernos á consecuencia del alza del cobre, se encuentra: pirita, calcopirita y otros sulfuros; también hay sulfuros complejos como los sulfoarséniuros, sulfoantimoniuros, etc.

En el año 1899 existían yá las oficinas *Orates*, *San Jacinto*, *La Reductora* y *Huandohuasi*, actualmente hay muchas otras oficinas entre las que podemos citar: *Humanrauca*, *La Universal*, *El Misti de Lopez*, *El Triunfo*, *Chogorragra*, *Porvenir Cuprífero*, *El Misti de A-*

(1) (Memoria sobre el Cerro de Pasco de M. Fort—1899).

rauco, *Pucayacu*, *El Etna*, *Caballero*, *Proaño*, *El Rayo*, *Huaraucaca*. — En todas estas oficinas es tratado el mineral tostándolo primero en hornos de reverbero y luego fundiéndolo en estos mismos aparatos.

No ha sido sólo el Cerro de Pasco el que ha impulsado el beneficio del cobre con la implantación de las oficinas de reducción de que ya he hablado; otros centros mineros han seguido el mismo camino; y así en Yauli existe una oficina de reducción á matas, de propiedad de la Sociedad "Santa Bárbara Lda." á la que pertenece el Dr. D. Octavio Valentini, uno de los alumnos más aprovechados que ha tenido esta Facultad y que ha hecho grandes progresos dedicado á la minería en esa región, á la que dará todavía un gran ensanche debido á su constancia en el estudio, etc., pues actualmente se encuentra de regreso de los Estados Unidos de Norte América, de donde trae grandes proyectos para hacer prosperar el ramo al cual dedica ahora su preferente atención.

Esta oficina fué establecida con el objeto de beneficiar los minerales de plata; pero desde que el precio del cobre subió de £ 40 á £ 75 tonelada, se abandonó la lixiviación, que era el procedimiento que se empleaba, y se principió por establecer hornos de reverbero para tratar el cobre, habiéndose sustituido éstos por los Watter-jacket (hornos de camisa de agua).

Actualmente hay dos de estos hornos en marcha; el menor de ellos, cuya sección de toberas es de $0^m80 \times 1$ metro, puede hacer pasar en un día hasta 12 toneladas de mineral; este horno es alimentado por un ventilador Root N. 4. — El otro horno de mayores dimensiones, posee una sección de toberas de $0^m98 \times 1^m34$ y hace pasar 30 toneladas diarias, estando provisto de dos ventiladores: uno Green N. 4 y otro Root N. 3.

Dentro de pocos meses se pondrá en marcha un nuevo horno que con una sección de toberas de 1×2^m50, hará pasar de 80 á 100 toneladas de mineral diarias; la

corriente de aire necesaria para este horno la suministrará un ventilador Cornetville N. 6.

Todos los ventiladores son movidos por una turbina Leffel, que á la vez comunica la fuerza motriz necesaria á una chancadora Dodge, que pasa 12 toneladas de matas diarias.

Esta oficina, además del mérito de estar construida toda con materiales del país, tiene el de ser la primera en el Perú en que se emplea la fundición piritosa, procedimiento muy moderno y al que se prestan los minerales de naturaleza tan variada como los que dispone la Sociedad "Santa Bárbara Limitada," pues se tratan tanto los minerales de la región de Yauli como los del Cerro de Pasco.

Esta oficina corre á cargo, en todo su mecanismo y reformas, de ingenieros peruanos siendo el jefe el ingeniero don Miguel Fort.

Otra de las oficinas que se han establecido en el Perú para el beneficio de los minerales de cobre es la que se encuentra instalada á seis leguas del pueblo de San Mateo, conocida con los nombres de "Germania" ó "Puma Grande" de propiedad de la Sociedad "Azzali Delboy."

La oficina de la Germania situada á 14,500 pies de elevación sobre el nivel del mar, corre á cargo del ingeniero señor Eduardo Habich (hijo) y el método de tratamiento que en ella se sigue es el conocido con el nombre de fundición piritosa, es decir, efectuar la fundición del mineral sin prévio tostado.

Esta pequeña oficina consta de los siguientes aparatos:

Un horno sistema «Fort,» que viene á ser un Watter-Jacket, teniendo el crisol movible, de modo que puede separarse á voluntad de la parte superior del horno; la sección de este es circular, siendo todo de fierro fundido.

Este horno ha sido construido en la «Fundición de la Piedra Liza»; su capacidad es para pasar diariamente de 15 á 20 toneladas de lecho de fusión; tiene seis tobe-

ras y la camisa de agua está formada de seis secciones, teniendo cada una su cañería de agua y desagüe.

Como el crisol es movible, está montado sobre rieles, de modo que cuando quiere separársele de la parte superior del horno, no hay más sino hacerlo correr por los rieles mencionados; por este medio se pueden verificar con gran rapidez cualquier desperfecto del horno.

Existe también un ventilador «Alternood» y una rueda Pelton con 13 metros de altura de caída, que es la que pone en marcha al ventilador para suministrar el aire necesario á las operaciones de la fundición.

El mineral de la Germania fué trabajado desde hace unos quince años por una sociedad italiana, la que extraía el mineral de la mina y lo escogían en la cancha, exportándose el rico en plata y dejando el pobre en este metal; por este medio llegó á formarse gran cantidad de desmontes que son los que actualmente se tratan en la oficina. La ley de cobre de estos desmontes es de 8 °/ₒ y la de plata de 8 á 9 marcos por cajón. El mineral escogido en la cancha es trasladado á la oficina por medio de llamas.

El combustible empleado es el coke alemán que cuesta, puesto en la Germania, 74 soles tonelada.

Como fundente se emplea la caliza que se trae de los alrededores de este asiento mineral.

La mata que se extrae del horno de fundición es exportada á Europa, y para el efecto es conducida en llamas de la oficina al paradero de Azúri situado á cinco leguas de la Germania, y de allí es embarcado en el Ferrocarril Central el que lo conduce al vecino puerto del Callao de donde se exporta á los mercados de Europa,

Cada día se nota el incremento que va tomando la minería en el Perú y de desear sería el establecimiento de empresas en grande escala, pues ellas harían venir buenas maquinarias, y con el inmenso recurso de tener fuertes capitales se salvarían muchos inconvenien-

tes que no pueden resolver empresas pequeñas, donde la ausencia del capital hace que no se implanten oficinas en sitios llamados á ser verdaderos centros de producción y beneficio de minerales de cobre. Así tenemos como ejemplo la empresa de la Germania, donde cuesta 74 soles la tonelada de carbón de coke, situada á 14,500 piés de elevación, con un temperamento sumamente frío, pues en los meses de Junio y Julio marca el termómetro como temperatura mínima 7 y 8 grados bajo cero y sin embargo, apesar de esta serie de obstáculos presentados, debido á que la empresa que corre á su cargo cuenta con capital suficiente, se ha llegado á instalar una oficina que, aunque pequeña, presta ya grandes servicios al incremento de la industria minera en nuestro país.

En la mina «Vesubio» del departamento de Ancash, á poca distancia de Casma, se ha implantado también una oficina de reducción á matas que cuenta en la actualidad con un horno hecho en el país.

Respecto á los otros asientos de minerales de cobre, como son: *Ica*, en sus provincias de Ica y Pisco; ***Huánuco***, en la provincia del Dos de Mayo; ***Ancash***, en la de Cajatambo; ***Libertad***, en la de Huamachuco; etc. etc, es sensible que no se hayan establecido todavía oficinas de reducción; lo que restringe de una manera muy notable el laboreo de sus minas haciéndolo en muchos casos imposible.

No dejaré, al ocuparme de este asunto, de manifestar la estrañeza que me causa el ver que desde un principio no se haya tratado de hacer las instalaciones necesarias en las oficinas de reducción para el afinamiento de las matas , reduciéndolas á cobre de 95 á 98 °/₀, y que sólo hoy dos compatriotas nuestros, los señores: ingeniero don Juan Torrico y Mesa y don Victor Pezet han dado los pasos necesarios para hacer una instalación de esta clase, en el Cerro de Pasco; empleando los convertidores, que funcionan de un modo análogo á los de

Bessemer para la transformación del fierro en acero.— Estos señores, con el objeto de hacer ver la posibilidad y las ventajas de su empresa, han publicado un extenso folleto que me ha proporcionado algunas luces para esta parte del trabajo que presento.

Ojalá, los capitalistas presten á esta empresa el apoyo moral y pecuniario necesarios, á fin de que no fracasen en su magnífico proyecto, que redundando en su propio beneficio ganará notablemente el país con el perfeccionamiento de este importante ramo de la industria minera.

IV.

Usos del cobre.

Los usos que de este metal se hace entre nosotros son los mismos que los que se hacen en todos los lugares civ lizados del globo, por lo cual trataré este asunto de una manera general; y como todos ellos están subordinados á sus propiedades, las indicaré primero, aunque sea ligeramente.

El cobre es un metal sólido de color rojo por reflexión, opaco en láminas que tienen algún espesor, pero que deja pasar una luz verde, complementaria del rojo, cuando se le reduce á hojas bastante delgadas; dureza: 2.5 á 3, blando; maleable y muy tenaz; densidad: 8.91 á 8.95; fusible entre 1.050° y 1200°; tomando á este estado un color verde y evaporándose á la temperatura del soplete oxídrico ó del arco voltaico, 3000° próximamente—En este estado de fusión disuelve un gran número de gases, muchos metales y algunos cuerpos compuestos, cuya circunstancia es necesario tener presente en la refinación del cobre por fusión, en el moldeado, y en otros trabajos de él ó de sus aleaciones.—Cristaliza en el sistema cúbico en cubos ú octaedros, por la descomposición electrolítica de sus sales en solución ó por la descomposición que determina en ellas la presencia de astillas de madera á bastones de fósforo.

Es muy buen conductor del calor y de la electricidad; siendo su conductibilidad absoluta para el primero de 19.10; y para la electricidad su conductibilidad específica de 96.4; ligeramente diamagnético.

Químicamente, el cobre ha sido colocado por Tenard en la primera clase, quinta sección, metales que se oxidan á temperaturas más ó menos elevadas, que descomponen al agua difícilmente al rojo blanco y no descomponen á los ácidos diluídos aún á 100°. — En la clasificación periódica de Mendelejeff, que como sabemos se halla formada por la agrupación de los elementos según la magnitud cresciente de sus pesos atómicos, está colocado el cobre (cuyo peso atómico es 63 5), entre el niquel (peso atómico 59) y el zinc (peso atómico 65.2), encontrándose en la tercera série del cuadro general ó sea la primera de los Períodos grandes. — En la clasificación atómica, el cobre se coloca entre los metales diatómicos, junto al mercurio cuya valencia varía de 2 á 1 y al fierro de 2 á 3. — Su símbolo *Cu*; peso atómico 63.5, equivalente 31.5. — En el aire seco se mantiene sin alteración á la temperatura ordinaria, pero en presencia de la humedad, absorbe el oxígeno y el gas carbónico y forma en la superficie del metal manchas verdes de hidrocarbonato de cobre, producto conocido impropiamente con el nombre vulgar de *cardenillo* ó *verdete*, que corresponde al acetato de cobre.-- Forma dos séries de compuestos con el oxígeno: un subóxido Cu^2O y un protóxido $Cu\,O$; con el azufre, compuestos análogos, los que unidos con otros grupos químicos forman las combinaciones cuprosas y cúpricas.—Desaloja al mercurio y á la plata de sus sales en disolución.

El cobre ha sido empleado por la humanidad desde los tiempos más remotos y aún cuando durante cierta época, por ser sin duda el fierro un metal mas alterable y más comun hoy que el cobre, se creyó en la prehistoria su uso anterior al de éste, siguiendo la edad del hierro á la de piedra para venir después á la del cobre y del bronce, hoy es un hecho averiguado que el cobre fué

utilizado antes que el hierro por nuestros ascendientes; lo cual se concibe fácilmente al considerar que el cobre se encuentra al estado nativo en cantidad explotable lo que no sucede con el hierro; siendo sus óxidos y carbonatos más fácilmente descomponibles que los de este último metal.—En los libros científicos se encuentran, respecto á esta materia, datos importantes que concreto del modo siguiente: el cobre fué el primer metal de que se sirvió el hombre para fabricar sus armas é instrumentos que hasta ese momento de su cultura fabricó de piedra y aunque estén justamente desautorizados los calificativos de Edad de Bronce y Edad de Hierro, es lo cierto que la progresión natural en que se suceden los metales en el proceso histórico dá la primacía al cobre, señala como paso de adelanto la aleación de cobre y estaño que se denomina bronce y asigna al hierro el último lugar; pero no se puede establecer en absoluto distinción entre las épocas en que predominó el uso del cobre solo y el de su aleación con el estaño, es decir, el bronce; pues ella ha sido variada en los distintos pueblos por la mayor ó menor facilidad con que encontraron éste último metal.

Apesar de lo dicho, Evans sostiene la Edad de Cobre antes de la del Bronce, y la cita bastante caracterizada en la comarca de Wisconsin donde se han descubierto más de un centenar de hachas, puntas de lanza y cuchillos de cobre, cuyo origen proviene, indudablemente, de trabajos de los indígenas antes que tuvieran contacto con los conquistadores europeos.

En el mundo antiguo, los objetos de metal encontrados en las sepulturas de la época neolítica, unos de cobre y otros de bronce, siempre escasos, parecen indicar como afirma Cartailhac que el metal era raro.

Los antiguos egipcios emplearon seguramente el cobre puro en sus primeros trabajos y no conocieron su aleación con el estaño hasta una época muy avanzada de su civilización, pues no poseyendo minas de estaño, el secreto de la aleación tuvieron qué tomarlo de afuera,

así como el metal necesario para ella, siendo probable que primero lo recibieran de la India y más tarde de España ó de otros lugares por la importación de los fenicios, país eminentemente comercial y emprendedor que es posible lo hayan llevado también á la Grecia, antes de que pudieran éstos explotar las abundantes minas del suelo helénico que sólo lo hicieron más tarde después de conocer las ventajas que se podrían sacar de este metal.

Aunque esto nos manifiesta que el trabajo del cobre fué anterior al del bronce, en cada lugar, no puede justificar la fijación de una época prehistórica de cobre pues, el bronce ha sido contemporáneo, en ciertas comarcas, con el cobre de otras, de tal manera que la edad del cobre y del bronce, en la historia de la humanidad, es una sola.

Los arqueólogos no están de acuerdo respecto al modo como los americanos trabajaban este metal: unos creen que lo hacían por fusión, vaciando el cobre en moldes, y otros sostienen que lo forjaban; cuya opinión sostenida por los más, parece gozar de mejor fundamento que aquella; pues como dice Evans, los antiguos habitantes acostumbrados á servirse de la piedra, no podían ver al principio en el cobre sino una piedra más pesada que las otras, y que al golpearla cedía y cambiaba de forma; propiedad que supieron aproveehar para hacer puntas de lanza y diversidad de instrumentos como los que se encuentran en Wisconsin que ya he citado.

Pero de ningún modo se puede afirmar en lo absoluto que los indios de la América del Norte desconocían el modo de fundir el cobre; y aún en América del Sur el señor Raimondi afirma haber encontrado en las montañas del Perú un horno destinado á fundir el cobre.—Y respecto á los objetos primitivos encontrados en el mundo antiguo, parece que su trabajo en la mayor parte fué hecho por medio de la fusión.

El uso del cobre está íntimamente ligado con el de sus numerosas aleaciones, entre las cuales hay algunas muy

conocidas y cuyo empleo es tan extendido ó más que el de este metal, lo que me obliga á hacer de ellas una mención especial:

BRONCE

Se dá este nombre á la aleación de cobre y estaño en proporciones variables que puede además contener otros metales, tales como: el fierro, el zinc y el plomo, aunque sea en pequeñas cantidades.--Es de color amarillento; adquiere tenacidad y sonoridad por el temple y el recocido y resiste muy bien á la acción de los agentes exteriores; según las proporciones en que se haga la aleación, el bronce adquiere propiedades especiales que le hacen convenir á usos diferentes entre los cuales citaremos:

El bronce de campanas:	cobre 78	—estaño 22	—	—
El bronce sonoro para instrumentos de banda....................	,, 80	,, 20	—	—
El bronce de cañones...	,, 90	,, 10	—	—
El bronce de monedas y medallas.............	,, 95	,, 4	zinc	1
El bronce para espejos y telescopios	,, 67	,, 33	—	—

Si en el bronce de cañones se reemplaza el estaño por el aluminio, tendremos el bronce de aluminio que tiene, para muchos usos, propiedades superiores al bronce de estaño ó bronce propiamente dicho.

Si en el bronce de medallas y monedas, se aumenta convenientemente las cantidades de estaño y zinc, se obtiene una aleación que funde á una temperatura muy inferior á la que funde el cobre y que es empleada en las artes para soldar las piezas metálicas que contienen este metal.

LATON ó COBRE AMARILLO

Recibe también los nombres de Tumbago y Similor; es una aleación de cobre y zinc en proporciones varia-

bles; color amarillo propio; bastante elástico y muy empleado en las artes, en la proporción siguiente: cobre 65 y zinc 35.

MAILECHORT—METAL BLANCO ó PLATA ALEMANA

Aleación muy importante por su color blanco de plata; poco alterable al aire; bastante dura y tenaz; se compone de: cobre 50, zinc 25 y niquel 25. Se usa especialmente en la construcción de útiles de mesa y aparatos de fantasía.

Las aleaciones de oro y cobre, plata y cobre, platino y cobre, aún cuando contienen pequeñas cantidades del metal que nos ocupa, merecen también citarse porque les comunica cualidades muy importantes que las hace adaptables á los usos que no podrían tener sin su ayuda; tales son:

Aleaciones de oro	-Vajillas y medallas:	oro	916	cobre	84
,,	Monedas.........	,,	900	,,	100
,,	Joyería	,,	750	,,	250
Id. de plata	—Vajillas y medallas........	plata	950	,,	50
,,	Monedas..........	,,	900	,,	100
,,	Joyeria...........	,,	800	,,	200
Id. de platino	—Joyería y quincallería............	platino	95	,,	5
,,	Monedas.....	,,	90	,,	10

La aleación de partes iguales de platino y cobre es de color amarillo de oro; posee la densidad de este metal es dúctil y puede reemplazarlo en muchos usos.

USOS

Es innegable la utilidad que el cobre presta á la humanidad, ya sea bajo la forma de cobre puro, en aleación con otros metales ó en sus combinaciones salinas.—Se construyen con este metal infinidad de instrumentos y útiles, que son empleados, tanto por la industria como

por el uso doméstico, con ventaja á los de fierro, por la propiedad de alterarse menos que éste en contacto con sustancias orgánicas.—Bajo la forma de bronce se fabrican: estátuas, campanas, objetos artísticos, etc., y en el estado de compuestos salinos se emplea por la Medicina y la Industria para diversos usos.

No sería demás el indicar los inconvenientes en el empleo de cacerolas de cobre y otros vasos del mismo metal en los que se hace la cocción de los alimentos; pues si bien no comunican á los alimentos mientras la cocción ninguna propiedad nociva, los hacen sumamente venenosos si se les deja enfriar en estas vasijas, por la formación de óxidos bajo la acción del aire en unión de los ácidos que pueden contener las sustancias que se cocinan.

En Medicina se emplean placas de cobre metálico para combatir accidentes histeriformes, anestésicos ó hiperestésicos, según el sistema de Burq llamado Metaloterapia. El sulfato de cobre es empleado como cáustico para toques en las mucosas granulosas, sobre todo en las conjuntivitis y en disolución se usa para lavados de ciertas úlceras fagedénicas; su acción emética pronunciada se utiliza muy poco por miedo á los efectos tóxicos que produce el cobre en todas sus sales.

El empleo del cobre aumenta cada día más á consecuencia del gran ensanche de las aplicaciones industriales de la electricidad de la que hasta el día es el conductor más ventajoso, de modo que si su precio no fuese mucho más elevado que el del fierro, éste sería el único metal que se emplearía con tal objeto y así tendrá que suceder cuando los progresos en el beneficio del cobre, lo hagan conseguir tan barato como sea necesario y que el fierro, por otra parte, aumente de valor por los nuevos usos á que se le viene dedicando día á día para el mejoramiento de los métodos de preparación de los aceros, que tan favorablemente modifican sus propiedades para multitud de usos.

Me parece inútil insistir más en este asunto tan cono-

cido por todos; las múltiples aplicaciones del cobre en la actualidad y el porvenir que se le ofrece, están al alcance no sólo de los que se dedican á estudios científicos sino también á los que conocen las industrias muy superficialmente. Las estadísticas que se publican constantemente de las producciones de cobre en todas las partes del mundo así como las fluctuaciones de su precio dadas en cuadros y aún por cablegramas diariamente á los grandes centros mercantiles nos prueban el interés que despierta este metal en el mundo civilizado.

Y para concluir, me permitiré indicar, aunque sea muy de ligero, las oficinas en las cuales se trabaja, en esta ciudad, el cobre laminado ó sus aleaciones bronce y latón que nos vienen de fuera, con cuyo objeto he visitado los establecimientos siguientes: *Fundición de Piedra Liza*, *Fundición de Acho Fundición de San Jacinto*, *Calderería de San Jacinto. Calderería de Argandoña*, *Taller de Mecánica y Fundición de Tayacaja.*

De estas oficinas, las tres primeras, aunque son bastante importantes en cuanto á sus trabajos sobre hierro, apenas si merecen mencionarse por lo que respecta á los trabajos del cobre; pues sólo se limitan á construir piezas complementarias de los aparatos del metal á que se refiere su instalación. El taller de mecánica y fundición de Tayacaja tampoco se ocupa por ahora de los trabajos de cobre, pues se encuentra recien preparando sus materiales para establecerse definitivamente. En la calderería y fábrica de alambiques de D. José Coppo, situada en la calle de Argandoña N. 28, se hacen variados trabajos de este metal concernientes al objeto de la instalación, sin que haya notado en ella nada que indicar en particular. La calderería y fábrica de alambiques de San Jacinto, de D. Mariano López, es la que se encuentra en mejores condiciones respecto del laboreo del cobre; pues es la oficina que en mayor escala hace uso del cobre: ya puro ó en sus aleaciones que modifica y adapta por medio de la introducción conveniente de otros metales según los usos á los cuales los dedica

en sus trabajos especiales y aún se precia de conocer y preparar la soldadura de cobre que los prácticos de su ramo necesitan comprar, venida del extranjero. Esta calderería es bastante antigua y muy conocida, pues es sucesora de la de Juan Juliá, que se encontraba en la esquina de la Encarnación en donde se han fabricado multitud de alambiques y otras piezas de este metal para gran número de establecimientos de destilación y otros usos en la República.

Por lo que precede se vé que nos encontramos bastante atrasados en cuanto á los trabajos en este metal y de desear sería que hoy que se trata de refinar el cobre, se trate también de implantar una buena oficina para su beneficio.

La antigua Escuela de Artes y Oficios, que funcionó hasta el año de 1879, poseía talleres para los trabajos de fierro y cobre muy extensos é importantes, dando productos valiosos, que hacen sentir grandemente su desaparición y ojalá que hoy que los Gobiernos se preocupan por el mejoramiento intelectual y material del país, piensen en reinstalar ese importante centro para llenar el objeto que se proponen, pues de allí han salido no sólo buenos industriales sino también profesores de reconocida competencia.

Este es, Señores, el imperfecto trabajo que someto al ilustrado criterio de vosotros, para optar el grado de *Doctor* en esta Facultad y que espero aceptaréis, confiando más en vuestra benevolencia que en el mérito intrínseco que encierra.

Lima, Mayo de 1901.

Carlos Granda.

V.° B.°—El decano—

Colunga.